

Aus der Chirurgischen Klinik des Städtischen Krankenhauses
Kemperhof Koblenz

Leiter: Prof. Dr. med. K. H. Schriefers

Die Platten- und Schraubenosteosynthese nach den
Prinzipien der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft
für Osteosynthesefragen als Standardmethode zur ope-
rativen Behandlung der Unterschenkelchaftfraktur

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt

von

PETER THOMAS

aus Altenkirchen

Mainz 1981

Aus der Chirurgischen Klinik des Städtischen Krankenhauses
Kemperhof Koblenz

Leiter: Prof. Dr. med. K. H. Schriefers

Die Platten- und Schraubenosteosynthese nach den
Prinzipien der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft
für Osteosynthesefragen als Standardmethode zur operativen
Behandlung der Unterschenkelschaftfraktur

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt

von

PETER THOMAS

aus Altenkirchen

Mainz 1981

Dekan: **Prof. Dr. K. H. Bäßler**
1. Gutachter: **Prof. Dr. K. H. Schriefers**
2. Gutachter: **Prof. Dr. G. Ritter**

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Oktober 1981



Inhaltsverzeichnis

A Einleitung

1. Entwicklung der operativen Bruchbehandlung, historischer Rückblick	1
2. Definition und Einteilung der Unterschenkel- schaftfrakturen	4
3. Spezielle Probleme der operativen Behand- lung	6
4. Mögliche operative Methoden	8
5. Indikation zum operativen Vorgehen	10

B Problemstellung

1. Einteilung und Beschreibung von zwei unter- schiedlich charakterisierbaren Zeitab- schnitten	12
2. Möglichkeit der Beschränkung auf eine Stand- armmethode als Problemlösung?	14

C Patientengut und Methodik 16

D Ergebnisse

1. Ergebnisse im ersten Zeitabschnitt	18
2. Ergebnisse im zweiten Zeitabschnitt	20
3. Tabellen	23

E Diskussion

1. Begründung der Notwendigkeit operativer Therapie der Unterschenkel-schaftfrakturen	29
2. Vor- und Nachteile der verschiedenen Osteo- syntheseverfahren	33
3. Begründung der Beschränkung auf eine Stand- armmethode	38

4. Vergleichende Darstellung und Wertung der Komplikationen und Fehlergebnisse in beiden Zeitabschnitten	41
5. Vergleichende Analyse der Infektraten anderer Autoren	45
6. Tabellen	50
7. Diskussion adjuvanter Einflüsse	56
8. Casuistische Analyse der Fehlergebnisse im zweiten Zeitabschnitt	57
F <u>Schlußfolgerungen</u>	90
G <u>Zusammenfassung</u>	91
H <u>Literaturverzeichnis</u>	93
Lebenslauf	110

A Einleitung

1. Entwicklung der operativen Bruchbehandlung im historischen Rückblick

Die operative Bruchbehandlung nimmt heute einen festen Platz in der Therapie von Knochenbrüchen ein. Ihre Indikationen sind zum Teil heute klar definiert, zum Teil jedoch noch umstritten. Dies gilt insbesondere für die Frakturen des Unterschenkelschaftes. Die Probleme operativer Frakturbehandlung sind vielschichtig, deren Erkennung und eingehende Erforschung eng verknüpft mit der Entwicklung der Chirurgie in diesem Jahrhundert. Sie sind jedoch auch eng verknüpft mit der zunehmenden Technisierung und den raschen Veränderungen der Lebens-, Arbeits- und Verkehrsbedingungen. Daneben brachten zwei Weltkriege und viele regionale kriegerische Auseinandersetzungen besondere Probleme mit sich. Sie forderten aber auch Erfahrung, Erfindungsgeist und Engagement der Chirurgen in besonderem Maße heraus, hierfür Lösungen und Verbesserungen zu finden. Dies betrifft insbesondere die schwierigen Fragestellungen von offenen Verletzungen des Skelettsystems.

Heute erscheint es nur zu selbstverständlich und hinlänglich bewiesen, daß eine große Anzahl von Frakturen, insbesondere die offenen Verletzungen, auf rein konservativem Wege nicht befriedigend behandelt werden können. Hierzu werden später noch eingehende Ausführungen gemacht. Es waren jedoch die Probleme der infektiösen Komplikationen mit oft katastrophalen Folgen, die eine systematische experimentelle und empirische Erforschung und Anwendung der Osteosynthese behindert haben. Nur allzuoft endeten diese Bemühungen nach einer schweren Infektion mit der Amputation des betroffenen Gliedmaßen-

abschnittes oder gar mit dem Tode des Patienten durch Sepsis. Demgegenüber waren die konservativen Methoden, die besonders in der Wiener Schule durch LORENZ BÖHLER zu hoher Perfektion entwickelt wurden, ausgesprochen erfolgreich und konnten so bis in die 60er Jahre hinein eindeutig dominieren (BÖHLER, 1966; JAHNA, 1977).

Da aber schon immer neben dem Erhalt einer Extremität auch die funktionelle Restitution ein erstrebtes Ziel jeder Knochenbruchbehandlung war, stießen die konservativen Methoden in vielen Fällen naturgemäß an ihre Grenzen. Es hat deshalb trotz aller Rückschläge nie an Versuchen gefehlt, operative Techniken zu entwickeln und anzuwenden, die das Ziel einer kompletten funktionellen Restitution des Verletzten verwirklichen ließen.

Die Idee einer frühfunktionellen, gipsfreien Behandlung geht schon auf LANE (1914) zurück, wurde von LAMBOTTE (1907/1913) und KÖNIG (1905/1931) aufgegriffen. Zusammenhänge zwischen biomechanischer Konstellation und knöcherner Heilung wurden von PAUWELS (1940/1960) erkannt und beschrieben. Auch DEHNE (1938) beschreibt diesen Zusammenhang, ohne allerdings dessen Gesetzmäßigkeit zu formulieren, rein empirisch an den Beobachtungen am Krankenbett. Er wies auch schon überzeugend auf den Zusammenhang zwischen Osteosynthese mit Erzielung mechanischer Ruhe im Bruchbereich und der Häufigkeit bzw. dem Schutz vor Infektionen hin. KROMPECHER (1937) beschrieb erstmals eine sog. primäre, callusfreie Knochenheilung.

Aber erst mit der Entwicklung stabiler Osteosyntheseverfahren begann die eigentliche Ära der operativen Knochenbruchbehandlung: Mit der Druckosteosynthese von DANIS (1932/1949) und der Marknagelung von KÜNTSCHER (1940). Diese beiden Methoden ersetzten

die ehemaligen, unzureichenden Verfahren der adaptierenden Osteosynthese mit der Notwendigkeit der zusätzlichen äußeren Fixation im Gipsverband durch effektiv übungsstabile Osteosynthesen mit all ihren Vorteilen für die frühfunktionelle Rehabilitation.

Im deutschsprachigen Raum wurde insbesondere die Idee der inneren Fixation mit dem Marknagel seit ihrer Vorstellung durch KÜNTSCHER auf dem Deutschen Chirurgenkongress 1940 begeistert aufgenommen, zum Teil auch von Verfechtern der konservativen Schulen wie BÖHLER und BÜRCKLE DE LA CAMP (bei WILLENEGGER, 1972, und MAATZ, 1978; BÖHLER, L., 1953). Nach anfänglichen, kriegsbedingten Schwierigkeiten kam es zu einer rasanten Verbreitung der Methode. Damit häuften sich allerdings auch die Mißerfolge und Komplikationen. Diese lagen zum einen in kriegsbedingten Problemen septischer Komplikationen, zum anderen in den noch nicht genügend erforschten und bekannten patho-physiologischen Grundlagen und Bedingungen des Verfahrens. Es resultierte eine fortbestehende Unsicherheit in der Indikationsstellung. Dies führte auch daneben zu einer überwiegend empirischen Entwicklung ergänzender Methoden wie Rushpin, Federnägeln, Spreiznägeln, Federschrauben, Cerclagen und vieles mehr.

Die Erkenntnis der Notwendigkeit einer breit angelegten Grundlagenforschung führte 1957 zur Gründung der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), welche die Erforschung aller Probleme der Frakturenbehandlung systematisch vorangetrieben hat. Es konnte nachgewiesen werden, daß eine Osteosynthese nach dem biomechanischen Prinzip der Stabilität bei Erhaltung des biologischen Prinzips der Vascularität zu einer ungestörten, primären Knochen-

heilung führt, selbst unter den Bedingungen einer Infektion (Arbeitsgruppen WILLENEGGER, PERREN, SCHENK, MÜLLER, ALLGÖWER und STRAUMANN - 1963/1964/1969).

2. Definition und Einteilung der Unterschenkelchaftfrakturen

Einen absoluten Maßstab für die Leistungsfähigkeit operativer Methoden am Knochen bietet die Unterschenkelchaftfraktur mit ihren besonders schwierigen Problemen, die nur bei exakter Beachtung aller mechanischen und biologischen Grundlagen erfolgreich lösbar sind. Mit Unterschenkelchaftfraktur sind hierbei gemeint alle Frakturen im Schaftbereich von Tibia und Fibula. Nicht eingeschlossen sind die Frakturen des Schienbeinkopfes mit und ohne Gelenkbeteiligung sowie Frakturen des Pilon tibiale. Diese bieten eine andere Problematik, die nicht mit der des Unterschenkelchaftes identisch ist.

Typische Formen des Unterschenkelchaftbruches sind

- a) der Quer- oder kurze Schrägbruch
- b) der Dreh- oder Torsionsbruch
- c) der Biegungs- oder sog. Drehkeilbruch mit einem oder mehreren Dreh- oder Biegungskeilen
- d) der Mehrfragmentbruch
- e) der Trümmerbruch mit unterschiedlicher Ausdehnung der Trümmerzone
- f) der sog. Stückbruch oder die "Fracture à deux ou trois étages".

Je nach Frakturtypus ergeben sich in der Indikation zum Behandlungsverfahren und in der Planung und ope-

rativen Technik des Eingriffes sehr unterschiedliche Probleme.

Sämtliche Frakturtypen können offen oder geschlossen vorkommen. Für die Einteilung der offenen Frakturen in unterschiedliche Schweregrade der Schädigung des Weichteilmantels wird heute allgemein die Einteilung der Schweizerischen AO in drei Schweregrade benutzt (RITTMANN et al., 1969/1970).

Schweregrad I: Einfache Durchspießung der Haut und des Weichteilgewebemantels von innen nach außen ohne wesentliche stumpfe Schädigung der Gewebestrukturen. Die Einwirkung der Gewalt von innen nach außen ist auch für die Frage des Grades der Keimkontamination von Bedeutung, damit für die Größe des Infektionsrisikos und damit auch für die Wahl des Osteosyntheseverfahrens.

Schweregrad II: Schädigung des Haut-Weichteilmantels durch Einwirkung der Gewalt von außen nach innen mit mäßiger stumpfer Schädigung der beteiligten Strukturen.

Schweregrad III: Ausgedehnte Schädigung durch Gewalt- einwirkung von außen nach innen mit schwerer Schädigung von Haut, Subcutangewebe und Muskulatur, breitem Offenliegen des Knochens und möglicher oder nachgewiesener Schädigung von Nerven und Gefäßen.

Naturgemäß gibt es einen fließenden Übergang der Schweregrade II und III.

Gerade beim Unterschenkelschaftbruch gewinnt jedoch Bedeutung auch die Schädigung des Weichteilmantels bei geschlossener Fraktur durch stumpfe Gewaltein-

wirkung. Auch hierfür wird von TSCHERNE und BRÜGGE-MANN (1976) eine Einteilung in drei Schweregrade vorgeschlagen, die jedoch noch nicht allgemein benutzt wird.

Schweregrad I: Oberflächliche Schürfung und Kontusion der Haut sowie Fragmentdruck von innen.

Schweregrad II: Tiefe, verschmutzte Schürfungen und umschriebene Vollhautkontusionen.

Schweregrad III: Ausgedehnte Vollhautkontusionen. Quetschung oder Zerreißung der Muskulatur. Subcutanes Decollement. "Kompressionssyndrome".

3. Spezielle Probleme der operativen Behandlung der Unterschenkelschaftfraktur

Die besonderen Probleme der Behandlung von Frakturen des Unterschenkelschaftes liegen in folgenden Punkten:

Die Tibia ist der tragende Knochen des Unterschenkels und ist in ihrer gesamten medio-ventralen Fläche nur von einem dünnen Haut-Unterhautmantel bedeckt. Sie ist damit sehr leicht schweren Schäden dieses Schutzmantels ausgesetzt. Bei indirekter Gewalteinwirkung mit dem Erfolg einer größeren Dislokation der Fragmente kann der vordere Weichteilmantel einer Durchspießung nur bedingt widerstehen. Die direkte Gewalteinwirkung erfolgt in der Mehrzahl der Fälle von vorne, da der Mensch sich ganz überwiegend nach seiner Blickrichtung hin orientiert und bewegt. Die auftreffende Gewalt trifft also überwiegend diesen wenig geschützten Teil des Unterschenkels.

Infolge der Spannungsverteilung des Hautmantels sind großzügige Excisionen von Wunden, wie sie nach den Regeln der Wundbehandlung (FRIEDRICH und E. VON BERGMANN) notwendig sind, immer problematisch. Der Wundverschluß kann schwierig oder unmöglich sein. Bereits geringe Schwellungszustände durch das sehr schnell einsetzende posttraumatische Oedem führen zur Spannungsbelastung der Naht, zu ischämischen Hautnekrosen und damit zu möglicherweise folgenschweren Wundheilungsstörungen (ALLGÖWER, 1971; SCHWEIBERER, 1975; BURRI, 1975).

Werden in solche, durch stumpfe Kontusion schwer vorgeschädigte Weichteile krafttragende Implantate eingebracht, so führen geringste Wundheilungsstörungen sehr schnell zum Offenliegen der metallischen Implantate. Die Infektionsbekämpfung wird schwierig, die katastrophale Entwicklung einer Osteitis ist kaum noch aufzuhalten.

Die mangelhafte Weichteildeckung führt zu größeren Problemen auch des arteriellen Zu- und venösen Abstromes. Beides kann zu Fragmentnekrosen führen. Die Medialfläche der Tibia ist nur von einem fibrosierten Periost bedeckt, dessen osteogenetische Leistung vermindert ist. Zum letzten führen ungünstige biomechanische Konstellation wie ungünstige Markraumarchitektur und hohe Biegelast ohne gesicherte Zuggurtungsstabilität zur Instabilität im Frakturbereich mit verzögerter Bruchheilung und Pseudarthrose (SCHWEIBERER und SCHENK, 1977). Auch FROST, VILLANUEVA und ROTH (1966) beschreiben schon für die Tibia die geringste Umbaurate und die geringste "remodelling activity" aller Knochen. Dies erklärt auch ihre höhere Pseudarthroseninzidenz.

4. Mögliche operative Methoden

"Mechanik und Biologie sind bei der Osteosynthese untrennbar" (SCHNEIDER, 1975).

"Man kann die Bedeutung der Stabilität nicht genug unterstreichen. Sie ist in jedem Stadium, unabhängig von der Verlaufsform, unabdingbare Voraussetzung" (WILLENEGGER, 1970).

Wie inzwischen von den Arbeitsgruppen WILLENEGGER, ALLGÖWER, PERREN, SCHENK, MÜLLER, STAUBESAND u.a. (1963, 1964, 1969) in zahlreichen experimentellen Untersuchungen bewiesen sowie in klinischen Arbeiten belegt werden konnte, sind zwei Faktoren bei der Ausheilung einer Fraktur nach Osteosynthese von ausschlaggebender Bedeutung:

1. die biomechanische Konstellation
2. die biologische Konstellation in Form der Vaskularität des Knochens.

Es ist bewiesen, daß eine primäre angiogene Knochenheilung nur unter den Bedingungen der Stabilität, also der mechanischen Neutralität im Bruchbereich, erreicht werden kann. Jede Instabilität birgt schon den Keim der Entwicklung zur Pseudarthrose in sich. Die Kapillareinsprossung und damit der direkte lamelläre Umbau durch Havers'sche Osteone wird behindert (MÜLLER, SCHENK und WILLENEGGER, 1968; SCHENK und WILLENEGGER, 1964; PERREN und ALLGÖWER, 1976). Vorbedingung für einen ungestörten, lamellären Knochenumbau ist eine ungestörte Vaskularität bzw. die schnelle Revaskularisierung, die nur unter den Bedingungen der mechanischen Neutralität in ausreichend kurzer Zeit eintreten kann (SCHWEIBERER et al., 1970/1975).

Die Instabilität stellt auch ein förderndes Moment der Infektion dar (WILLENEGGER, 1970; RITTMANN, 1970; HIERHOLZER, 1973; SCHWEIBERER, 1975; SCHNEIDER, 1975). Darum können als sichere Methoden zur operativen Behandlung von Unterschenkelbrüchen, die in besonderem Maße zur ausbleibenden oder verzögerten Bruchheilung wie auch zur posttraumatischen Osteitis disponieren, nur solche Methoden heute zur Diskussion stehen, die diese biomechanischen Prinzipien verwirklichen lassen (TSCHERNE, 1971; WILLENEGGER, 1972; SCHWEIBERER, 1975/1977 und andere).

Diese lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Intramedulläre Kraftträger
2. Extramedulläre Kraftträger.

Intramedulläre Kraftträger, die das biomechanische Prinzip der Stabilität erzielen, sind der Marknagel nach KÜNTSCHER und die Bündelnägel nach HACKETHAL. Es sind Prinzipien, die primär keinen Druck erzeugen. Sie haben "die größte Wirkung, wenn ihre stabilisierenden Flächen nahe an der Belastungsachse liegen. Durch Belastung kommt hier interfragmentärer Druck, d.h. zusätzliche interfragmentäre Reibung zustande, die die Stabilität erhöht" (SCHNEIDER, 1975).

Extramedulläre, Stabilität erzielende Kraftträger, sind die Platten- und Schraubenosteosynthesen der AO sowie der von JUDET (1961) angegebene und inzwischen zu verschiedenen Varianten weiter entwickelte zwei- oder besser dreidimensionale äußere Festhalter, der Fixateur externe. Diese Prinzipien erzeugen durch Erzielung einer Längs-Zugspannung primär einen interfragmentären Druck. Dies ist

möglich durch die Elastizität des Knochens. Die mechanischen Eigenschaften der Stabilität sind denen des Nagels überlegen (SCHNEIDER, 1975; WILLENEGGER, 1975; KIEHL, 1975; STÜRMER und SCHUCHARDT, 1980).

5. Indikation zum operativen Vorgehen

"Nirgends ist in einem einzigen Entschluß soviel Verantwortung wie bei der Anzeigestellung zu einer Operation" (K.H. BAUER, zitiert nach TSCHERNE, 1971).

Die Indikation zum operativen Vorgehen bei Unterschenkelbrüchen ist, wie jede Indikation zur Osteosynthese, von vielfältigen Faktoren abhängig: Art und Typ der Verletzung, Alter und Individualfaktoren des Patienten, Begleitverletzungen und -erkrankungen, Erfahrung und Kenntnisse des Operateurs, organisatorische und bauliche Voraussetzungen und vieles mehr (TSCHERNE, 1971; WELLER und RENNE, 1973; REHN und WILLENEGGER, 1974). Auf Einzelheiten der Indikationsstellung, insbesondere zur Operation, wird an späterer Stelle noch eingegangen werden.

Die großen Vorteile der nach Osteosynthese möglichen Frühmobilisation wie Vermeidung von Immobilisationschäden und von pulmonalen und thromboembolischen Komplikationen werden heute allgemein akzeptiert (REHN und WILLENEGGER, 1974). Deshalb stellen sehr viele Frakturen des Unterschenkels beim Erwachsenen heute eine absolute oder relative Operationsindikation dar. Dies betrifft insbesondere die offenen Frakturen (TSCHERNE, 1971; REHN und WILLENEGGER, 1974). Die Ausnahme hiervon bilden die einfachen,

geschlossenen und nicht oder nur wenig verschobenen Quer- und kurzen Schrägbrüche sowie einfache, stabile Drehkeilfrakturen ohne Diastase beim jüngeren und jugendlichen Erwachsenen (JAHNA, 1977). Diese können früh im Gehgips belastet werden und ermöglichen somit eine problemlose, frühe Mobilisation. Begleitverletzungen von Körperhöhlen beim Polytraumatisierten oder begleitende knöcherne Verletzungen in anderen Etagen des gleichen Beines oder auf der Gegenseite führen allerdings auch bei solchen Frakturen immer wieder zur Osteosynthese, da sonst eine frühfunktionelle Behandlung anderer Verletzungen mit eindeutiger Osteosyntheseindikation behindert wären bzw. um bei Polytraumatisierten die Pflegefähigkeit wesentlich zu erleichtern (REHN und WILLENEGGER, 1974; SCHMIDT-NEUERBURG, 1974; MUHR et al., 1974; KUNER, 1976).

Äußerst zurückhaltend wird die Operationsindikation der Unterschenkelschaftfrakturen bei Kindern und Jugendlichen gestellt. Bei den offenen Frakturen kann hier jedoch das Ausmaß der Weichteilschäden Anlaß zur operativen Versorgung sein oder sogar dazu zwingen (KUNER, 1976).

B Problemstellung

1. Einteilung und Beschreibung von zwei unterschiedlich charakterisierbaren Zeitabschnitten

Zu Beginn der 60-er Jahre haben die Arbeitsgruppen SCHENK, PERREN, SCHNEIDER, ALLGÖWER, WILLENEGGER und MÜLLER den klaren Beweis erbracht, daß nur Osteosynthesen mit stabiler biomechanischer Konstellation eine ungestörte, primäre, corticale Knochenheilung ermöglichen. Trotz dieser Erkenntnis werden auch heute noch viele unzulängliche, dieses Prinzip nicht verwirklichende Methoden empfohlen und es wird über angeblich gute Ergebnisse berichtet.

Als stabile Osteosynthese konkurrieren am Unterschenkel zwei Prinzipien miteinander, bzw. ergänzen sich sinnvoll.

1. Das des intramedullären Kraftträgers mit
2. dem des extramedullären Kraftträgers.

In der differenzierenden Indikation zur Anwendung des einen oder anderen Verfahrens spielen eine große Rolle:

1. individuelle Besonderheiten des Einzelfalles wie Form und Lokalisation der Fraktur, Ausmaß des Weichteilschadens, Einsichtsfähigkeit und Disziplin des Patienten u.ä.
2. Erfahrungen und Kenntnisse des Operators, bauliche, organisatorische und personelle Voraussetzungen der betreffenden Klinik (ALLGÖWER, 1971; TSCHERNE, 1971; WELLER und RENNÉ, 1973; WILLENEGGER und REHN, 1974).

Und hier will die kritische Überlegung dieser Arbeit ansetzen. Äußere Voraussetzung und damit Anlaß, die Indikationen zu überdenken, waren zwei Ereignisse einschneidenden Charakters in der Entwicklung der Chirurgischen Klinik am Städtischen Krankenhaus Kemperhof in Koblenz.

Am 1.10.1969 wurde sie unter eine neue ärztliche Leitung gestellt, welches auch in kurzer Folgezeit zu fast vollständigem Wechsel der ärztlichen Mitarbeiter führte. Diese waren, vom Leiter der Abteilung und zwei Oberärzten abgesehen, weit überwiegend erst im ersten Jahr der Facharztweiterbildung.

Am 1.9.1973 wurde ein Neubau bezogen, der erst eine dem derzeitigen Wissensstand entsprechende Organisation und Asepsis im Operationsablauf ermöglichte, wie er für so anspruchsvolle Verfahren wie die rekonstruktive Extremitätenchirurgie gefordert wird. Der Bereich Unfallchirurgie wurde von dieser Zeit an verantwortlich von einem Funktionsoberarzt geleitet.

Es ergeben sich also in der Entwicklung der Chirurgie an unserer Klinik zwei Zeiträume, die unterschiedlich charakterisierbar sind. Im ersten Zeitraum deutliche Unsicherheit in der Indikationsstellung zum operativen oder konservativen Vorgehen, in der Wahl des geeigneten Operationsverfahrens und in der technisch korrekten Durchführung. Darüber hinaus bauliche wie auch instrumentelle Voraussetzungen - keine Abschottung der Operationsräume durch Schleusen, keine Klimatisierung, keine Trennung in streng und bedingt aseptische Operationsräume, unzureichendes, zum Teil veraltetes Instrumentarium -

die nur noch bedingt den notwendigen Anforderungen entsprachen. Die klinischen Erfahrungen und Beobachtungen von Verläufen schienen entsprechend ungünstig (GIERHAKE, 1976).

2. Möglichkeit der Beschränkung auf eine Standardmethode als Problemlösung?

Mit dem Bezug des Neubaus waren die baulichen, organisatorischen und instrumentellen Voraussetzungen ideal. Es wurden standardisierte Organisationsformen für den Umgang mit Sterilgut entwickelt, die Vorbereitungs- und Sterilabdecktechniken für die Patienten einheitlich vorgeschrieben und auch die Verband- und Wundbehandlung sowie die Nachbehandlung nach gleichen Prinzipien durchgeführt (HOFFMANN, 1972; SCHWEICKERT, 1972). So entschlossen wir uns auch, die Osteosynthesen, insbesondere die Osteosynthesen des Unterschenkelschaftes, ganz überwiegend nach einem Prinzip gewissermaßen standardisiert durchzuführen und zwar streng angelegt an die Prinzipien der AO Schrauben- und Plattenosteosynthesen, mit denen alle Frakturformen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, versorgt wurden.

Diese Beschränkung auf eine Standardmethode schien mehrere Vorteile zu bieten:

1. Die Problematik einer differenzierten Indikation entfiel.

2. Von allen Beteiligten, Ärzten wie auch Öp-Personal, mußte im wesentlichen nur eine Methodik erlernt und beherrscht werden.
3. Alle Beteiligten erfuhren eine intensivere Schulung in dieser Methodik, insbesondere unter dem Gesichtspunkt, daß die Klinik kein unfallchirurgischer Schwerpunkt und deshalb die Gesamtfallzahl pro Jahr nicht sehr hoch war.
4. Durch Standardmethoden entwickelten sich gleiche und reproduzierbare Verhaltensnormen, die mögliche Fehlerquellen ausschalten konnten.
5. Die Leistungsfähigkeit der angewandten Methode konnte klar eingeschätzt werden.

In der vorliegenden Arbeit soll nun in einer retrospektiven Analyse die Frage untersucht werden, ob sich diese Beschränkung der Methodik bewährt hat, ob sich die Zahl der Fehlergebnisse und Komplikationen verändert hat und ob die jetzigen Ergebnisse im allgemeinen Vergleich standhalten. Darüber hinaus soll in Einzelfallanalyse geklärt werden, ob ein Fehlergebnis der Methodik oder einem Fehler in ihrer Anwendung anzulasten ist.

Die Ergebnisse beinhalten nicht eine qualitative Auswertung der Funktionsergebnisse aufgrund von Nachuntersuchungen.

C Patientengut

Vom 1. Januar 1970 bis zum 31. August 1973 (erster Zeitabschnitt) wurden an der Chirurgischen Klinik des Städtischen Krankenhauses Kemperhof in Koblenz 33 Unterschenkelchaftfrakturen mittels Osteosynthese behandelt. Im zweiten Zeitabschnitt vom 1. September 1973 bis zum 31. Dezember 1979 wurden 99 Frakturen des Unterschenkelchaftes osteosynthetisiert.

Das Krankengut beider Zeitabschnitte wird nach Alter und Geschlecht aufgeschlüsselt. Die verwendeten Osteosynthesemethoden werden dargestellt, der Zeitabstand zwischen Unfall und Osteosynthese ermittelt. Es wird zwischen primärer, d.h. innerhalb der ersten 8 Stunden nach Unfall durchgeführter und sekundärer Osteosynthese unterschieden. Und es werden folgende Komplikationen dargestellt und in ihrer Häufigkeit untersucht:

1. Infektionen

Hierunter fallen alle eitrigen örtlichen Komplikationen mit oder ohne nachgewiesenem klinischen Bild der posttraumatischen Osteitis

2. Pseudarthrose

3. Verzögerte Bruchheilung

4. Primäre Fehlstellung

5. Sekundäre Fehlstellung

6. Letalität

7. Zahl und Art der notwendigen Zweiteingriffe

8. Notwendigkeit der sekundären Amputation.

Desweiteren wird die Gesamtverweildauer in der Klinik beschrieben. Die gefundenen Ergebnisse der beiden Zeitabschnitte werden jeweils einander gegenübergestellt.

D Ergebnisse

Erster Zeitabschnitt:

Vom 1.1.1970 bis zum 31.8.1973 wurden an der Chirur-
gischen Klinik des Städtischen Krankenhauses Kemper-
hof in Koblenz 33 Unterschenkelchaftfrakturen ope-
rativ behandelt. Von diesen Patienten waren 25 Män-
ner und 8 Frauen. Der jüngste Patient war 8, der
älteste 90 Jahre. Das entspricht einem Durchschnitts-
alter von 40,8 Jahren. Der Anteil der geschlossenen
Frakturen betrug 21 Fälle. 6 Frakturen waren erst-
gradig offen, 6 waren zweitgradig offen. Eine dritt-
gradig offene Fraktur wurde in diesem Zeitabschnitt
nicht behandelt. 5 Patienten waren Mehrfachverletzte
mit vitaler Gefährdung durch eine Verletzung oder
die Kombination mehrerer Verletzungen (Tab. I + II
Ergebnisse).

26mal wurden Schrauben- und Plattenosteosynthesen,
7mal eine Marknagelung durchgeführt. Der Fixateur
externe kam nicht zur Anwendung (Tab. III Ergebnisse).
17mal wurde die Osteosynthese primär, d.h. innerhalb
der ersten 8 Stunden nach dem Unfallereignis, 16mal
wurde sie sekundär durchgeführt. Der mittlere Zeit-
abschnitt zwischen Einlieferung und Durchführung der
Osteosynthese betrug bei den sekundären Osteosynthe-
sen 40,8 Tage. Der kürzeste Zeitabschnitt betrug
4 Tage, der längste Zeitabschnitt 92 Tage (Tab. V
und VI Ergebnisse).

An Komplikationen wurden beobachtet:

1. Infektion: 7 Fälle (entsprechend 21,2 %)
2. Pseudarthrose: 2 Fälle (entsprechend 6 %)

3. Verzögerte Bruchheilung: 2 Fälle (entsprechend 6 %)
4. Primäre Fehlstellung: kein Fall
5. Sekundäre Fehlstellung: 1 Fall (entsprechend 3 %)
6. Letalität: 2 Fälle (entsprechend 6 %)
7. Zahl und Art der notwendigen Zweiteingriffe:
6 Fälle (entsprechend 18,2 %)
Einmal wurde eine Reosteosynthese mit Platte,
2mal eine Reosteosynthese mit Platte in Verbindung mit einer autologen Spongiosaplastik und einmal eine Sequestrotomie und Spongiosaplastik notwendig. Eine primäre Spongiosaplastik kam nicht zur Anwendung.
8. Notwendigkeit zur sekundären Amputation:
2 Fälle (entsprechend 6 %)
bei nicht beherrschbarer Sepsis nach Plattenosteosynthese einer geschlossenen und einer offenen Unterschenkelfraktur bei einem 66-jährigen und einem 72-jährigen Patienten.

10

Die beiden Todesfälle betrafen eine 90-jährige Frau, die am Herzversagen starb und einen 73-jährigen Mann, der bei gleichzeitig bestehender Oberschenkelfraktur einer Lungenembolie erlag (Tab. IV Ergebnisse).

Damit betrug die lokale Gesamtkomplikationsrate 12 Fälle (entsprechend 36,36 %).

Die durchschnittliche Verweildauer in der Klinik betrug 14,3 Wochen. Die kürzeste Verweildauer konnte mit 3 Wochen, die längste Verweildauer mit 52 Wochen ermittelt werden (Tab. VI Ergebnisse).

Zweiter Zeitabschnitt:

Vom 1.9.1973 bis zum 31.12.1979 haben wir 99 Unterschenkelfrakturen operativ behandelt. 73 Patienten waren Männer und 26 Frauen. Der jüngste Patient war 12 Jahre, der älteste 78 Jahre. 11 der Patienten waren älter als 65 Jahre. Das Durchschnittsalter lag knapp unter 33 Jahren (32,9). Der Anteil der geschlossenen Brüche betrug 63 Fälle. 16 Frakturen waren erstgradig offen, 19 Frakturen waren zweitgradig offen und 1 Fraktur war drittgradig offen. 21 Patienten waren sog. Polytraumatisierte, also Mehrfachverletzte mit vitaler Gefährdung (Tab. I u. II Ergebnisse).

90 Mal kamen Schrauben- und Plattenosteosynthesen nach den Prinzipien der AO zur Anwendung. 5mal haben wir eine Nagelung durchgeführt. Die Indikation zur ausschließlichen Plattenosteosynthese wurde also nicht monoman gehandhabt. Bei idealer Indikation entschlossen wir uns 5mal zur Stabilisierung mit dem AO Marknagel nach Aufbohren. 4mal haben wir den Fixateur externe eingesetzt, 2mal bei einer offenen, 2mal bei einer geschlossenen Fraktur (Tab. III Ergebnisse).

64mal führten wir die Osteosynthese primär innerhalb der ersten 8 Stunden, 35mal sekundär durch. Der mittlere Zeitabschnitt zwischen Einlieferung und Durchführung der Osteosynthese bei den sekundär operierten Fällen betrug 12,2 Tage, minimal 4 Tage und maximal 45 Tage (Tab. V u. VI).

An Komplikationen wurden beobachtet:

1. Infektion: 5 Fälle (entsprechend 5,05 %)

2 bei geschlossenen Bruchformen, entsprechend 3,17 % der 63 Fälle.

3 bei offenen Bruchformen, entsprechend 8,3 % der 36 Fälle.

Bei den 57 durch Plattenosteosynthese versorgten geschlossenen Frakturen kam es einmal zum Infekt, entsprechend 1,7 %. Ein Infekt betraf eine Nagelosteitis beim Fixateur externe.

34 Plattenosteosynthesen kamen bei offenen Frakturen zur Anwendung. Hierbei wurden 2 Infekte beobachtet. Dies entspricht einer Infektquote von 5,8 % bei den Platten- und Schraubenosteosynthesen offener Frakturen am Unterschenkel. Ein Infekt betraf eine drittgradig offene Fraktur, die mittels Fixateur externe stabilisiert wurde.

2. Pseudarthrose: 2 Fälle (entsprechend 2 %)

Beide Fälle waren offene Frakturen.

3. Verzögerte Bruchheilung: 3 Fälle (entsprechend 3 %)

Hierbei waren zweimal eine offene und einmal eine geschlossene Fraktur beteiligt.

4. Primäre Fehlstellung: kein Fall

5. Sekundäre Fehlstellung: 4 Fälle (entsprechend 4 %)

6. Letalität: 2 Fälle (entsprechend 2 %)

7. Zahl der notwendigen Zweiteingriffe: 8 Fälle (entsprechend 8,1 %)

3mal wurde eine Reosteosynthese mit autologer Spongiosaplastik notwendig. Einmal wurde die Osteosynthese belassen und nur durch eine weitere Zugschraube ergänzt und mit einer Spongiosa-

plastik kombiniert. 3mal wurde nur eine sekundäre Spongiosaplastik durchgeführt. Einmal kam eine Verbundosteosynthese mit Doppelplatte und Knochenzement zur Anwendung bei einer Patientin mit hochgradiger Osteoporose und hierdurch bedingtem Ausriß des Osteosynthesematerials.

Die hierunter aufgeführten notwendigen Zweiteingriffe betrafen nur die Patienten mit nicht infektiös bedingter Komplikation. Die notwendigen Eingriffe zur Infektsanierung bei den Fällen mit posttraumatischer Osteitis wurden hier nicht mitgerechnet.

8. Notwendigkeit zur Amputation: kein Fall
(Tab. IV Ergebnisse).

Lokale Komplikationen wurden damit bei insgesamt 14 Fällen beobachtet (entsprechend 14,1 %).

6mal führten wir eine primäre Spongiosaplastik durch.

Die 2 Todesfälle betrafen eine 19-jährige Frau und einen 63-jährigen Mann, die beide an einem Schädel-Hirn-Trauma dritten Grades verstarben.

Die durchschnittliche Verweildauer in der Klinik betrug 9,4 Wochen, minimal 1 Woche, maximal 76 Wochen. (Tab. VI Ergebnisse)

TAB I
ERGEBNISSE

	ZEITRAUM A : 1.1.70 - 31.8.73		ZEITRAUM B : 1.9.73 - 31.12.79	
	N	%	N	%
GESAMTZAHL	33		99	
MÄNNER	25	75.8	73	73.8
FRAUEN	8	24.2	26	26.2
POLYTRAUMA	5	15.2	21	21.2
DURCHSCHNITTS- ALTER	40.8 JAHRE		32.9 JAHRE	

TAB II
ERGEBNISSE

	ZEITRAUM A : 1.1.79 – 31.8.73		ZEITRAUM B : 1.9.73 – 31.12.79	
	N	%	N	%
GESCHL. FRAKTUREN	21	63.6	63	63.6
OFFENE FRAKTUREN	12	36.4	36	36.4
I .	6	18.2	16	16.2
II.	6	18.2	19	19.2
III.	–	–	1	1
GESAMTZAHL	33	100	99	100
CHIR. KLINIK .STÄDT. KRANKENHAUS KEMPERHOF , KOBLENZ				

TAB III
ERGEBNISSE

	ZEITRAUM A : 1.1.70 - 31.8.73		ZEITRAUM B : 1.9.73 - 31.12.79	
	N	%	N	%
PLATTEN- OSTEOSYNTHESE	26	78.8	90	90.9
MARKNAGELUNG	7	21.2	5	5.05
FIXATEUR EXTERNE	—	—	4	4.05
GESAMTZAHL	33	100	99	100

TAB IV
ERGEBNISSE

	ZEITRAUM A : 1.1.70 - 31.8.73		ZEITRAUM B : 1.9.73 - 31.12.79	
	N	%	N	%
INFEKTION	7	21.2	5	5.05
PSEUDARTHROSE	2	6	2	2
VERZÖGERT. HEILUNG	2	6	3	3
PRIM. FEHLSTELLUNG	—	—	—	—
SEK. FEHLSTELLUNG	1	3	4	4
ZWEITEINGRIFFE	6	18.2	8	8.1
AMPUTATION	2	6	—	—
LETALITÄT	2	6	2	2
GESAMT	22		24	

TAB V
ERGEBNISSE

	ZEITRAUM A : 1.1.70-31.8.73		ZEITRAUM B : 1.9.73 - 31.12.79	
	N	%	N	%
PRIMÄRE O.S.	17	51.5	64	64.6
SEKUNDÄRE O.S.	16	48.5	35	35.4
DURCHSCH. PRAEOP. LIEGEZEIT	40.8 TAGE		12.2 TAGE	
GESAMT	33	100	99	100

TAB VI**ERGEBNISSE**ZEITRAUM A :
1.1.70 - 31.8.73ZEITRAUM B :
1.9.73 - 31.12.79

PRAEOP.LIEGEZEIT

40.8 TAGE

12.2 TAGE

GESAMT LIEGEZEIT

14.3 WOCHEN

9.4 WOCHEN

KOSTEN/FALL BEI
MITTL PFLEGESATZ
1970 - 1979
VON DM 120,70

DM 12.082,07

DM 7.942,06

RECHNER.
KOSTENERSPARNIS
N = 99

DM 409.925,36

E Diskussion

1. Begründung der Notwendigkeit operativer Therapie der Unterschenkelschaftfrakturen

LORENZ BÖHLER, der Begründer einer Systematik in der Behandlung von Knochenbrüchen, hat die Wiederherstellung der ungestörten Funktion - oder aber den Weg zu diesem, nicht immer erreichbaren Ziel - in drei Phasen eingeteilt:

1. Reposition
2. Retention
3. Rehabilitation

Diese drei Behandlungsphasen sind auch heute noch unverändert gültig.

1. Jede Fehlstellung muß korrigiert werden bzw. ist nur bis zu einer engen, sehr kritisch einzuschätzenden Grenze tolerabel. Sonst wird riskiert, daß von der veränderten anatomischen Form ein Störfaktor im Gleichgewicht aller biologischen Vorgänge ausgeht. Es ist bekannt, daß auch im Erwachsenenalter das Skelettsystem nicht als statische, sondern als biodynamische Einheit angesehen werden muß, die ständigen Umbau- und Anpassungsvorgängen unterliegt.

Die exakte anatomische Reposition ist auch bei einfachen Bruchformen des Unterschenkels nicht immer erreichbar. Periost- oder Muskelinterpositionen können dies verhindern. Es dürfen jedoch bestimmte Formen der Fehlstellung in engen Grenzen durchaus toleriert werden, ohne daß es zu einem negativen Effekt auf Statik, Funktion und Spätergebnis kommen

muß. Dies betrifft eine geringe Verkürzung und Verschiebung ad latus. Die Wahrscheinlichkeit der knöchernen Heilung ist hierbei sogar erhöht, worauf BÖHLER immer wieder hingewiesen hat (BÖHLER, 1957; BÖHLER, 1966; JAHNA, 1977). Die Erklärung hierfür kann in der nachgewiesenen und notwendigen Resorption der Fragmentenden und der damit einhergehenden Minderung der dynamischen Gewebedehnung gesehen werden. Diese unterstützt die notwendige Gewebedifferenzierung und wirkt einer Instabilität entgegen (PERREN und CORDEY, 1977).

2. Es ist bewiesen, daß nur eine über einen genügend langen Zeitraum aufrecht erhaltene mechanische Ruhe eine ungestörte knöcherne Heilung ermöglicht. Dies gilt sowohl für die konservative Behandlung mit Heilung über den Kallus wie auch für die operative mit dem Ziel einer primären, corticalen, angiogenen Knochenheilung. Jede Unruhe stört diese Vorgänge und birgt den Keim der ausbleibenden Heilung, der Pseudarthrose in sich (SCHENK, WILLENEGGER und MÜLLER, 1968; SCHWEIBERER und SCHENK, 1977).

Die Retention des Unterschenkels über einen Zeitraum zwischen 6 und 10 Wochen bei Kindern und Jugendlichen und in der Regel zwischen 10 und 16 Wochen beim Erwachsenen bis zur knöchernen Heilung kann mit zwei Methoden erzielt werden, die konkurrieren, sich ergänzen oder aber sich gegenseitig ablösen können. Nämlich der Extension in verschiedenen variierenden Formen und der Behandlung im Gipsverband. Von dieser Inaktivierung ganzer Funktionseinheiten gehen aber oft irreparable Schäden aller beteiligten Gewebestrukturen aus, die letztlich auch den Gesamtorganismus mit möglicherweise deletären Folgen betreffen können (BÖHLER, 1966). Es sei hier die Beckenbeinvenen-

thrombose im Gipsverband mit nachfolgender Lungenembolie stellvertretend genannt (HJELMSTEDT et al., 1963/1968). Diese Schäden werden unter dem Oberbegriff Frakturkrankheit subsumiert und betreffen

- a) circulatorische Störungen durch lokale Wandschäden des Gefäßsystems, veränderte strömungsphysikalische Bedingungen infolge Kompression durch Frakturhaematom und posttraumatisches Oedem und Verlust der Muskel- und Knöchelpumpe (JUNGBLUTH, 1971; VOGL et al., 1972; MAY, 1975). Neuerdings wird auch das sog. Sudeck-Syndrom in diesen Bereich eingeordnet. Den eigentlichen ätiologischen patho-physiologischen Faktor sieht EHLERT (1974) in einer subfascialen Druckerhöhung infolge des Haematoms und Oedems.
- b) Atrophie der Muskulatur durch mangelnden Trainingseffekt.
- c) Verklebung und Schrumpfung von sonst gleitenden Strukturen wie Sehnen, Bändern und Gelenkkapseln (SCHWEIBERER, 1975).
- d) Demineralisation des Knochens durch Fortfall der adäquaten biodynamischen Reize der Zug-Druck-Wechselbelastung (HAIKE, HEYMANN und WAGNER, 1966).
- e) Störungen des Knorpelstoffwechsels durch Verlust an Synovialflüssigkeit bei Ruhigstellung des Gelenkes und fehlendem mechanischen Effekt des "Einwalkens" in den Knorpel bei Bewegung (REFIOR und HACKENBROCH jun., 1976; SCHWEIBERER, 1975; DUSTMANN et al., 1971).

Die vorbeschriebenen, lokalen Schäden durch Immobilisation werden noch ergänzt durch Schäden des Gesamtorganismus infolge erzwungener Bettruhe. Diese ist bei Anwendung der Extension unvermeidbar. Bei Anwendung des Gipsverbandes sind es insbesondere die alten Patienten, die kaum in der Lage sind, mit diesem das Bett zu verlassen. Hypostatische Pneumonien und Beckenbeinvenenthrombosen mit konsekutiven Embolien sind häufige Folgen.

Auch birgt sowohl die Extension wie auch der Gipsverband die Gefahr einiger spezifischer lokaler Komplikationen mit sich wie Drucknekrose der Haut, Kompartement-Syndrom, Nagel- und Drahtosteitis und Peroneusparese (REHN und WILLENEGGER, 1974).

Dagegen bietet die Osteosynthese einige wesentliche Vorteile:

Die zweite und dritte Phase der Bruchbehandlung, nämlich die der Retention und der Rehabilitation, laufen nicht mehr zeitlich nacheinander, sondern gleichzeitig nebeneinander ab, die Immobilisation entfällt also mit all ihren Nachteilen und Risiken. Die bei der funktionellen Rehabilitation am Knochen angreifenden Druck-, Zug-, Biege-, Torsions- und Scherkräfte werden von intra- oder extramedullären Kraftträgern aufgenommen und für den Bruchbereich neutralisiert. Das Hauptargument für die Osteosynthese ist also der Wegfall der lokalen und/oder allgemeinen Immobilisation. Daneben ist auch von Bedeutung, daß häufig erst durch Osteosynthese eine korrekte anatomische Reposition erzielt werden kann und häufige sekundäre, die Bruchheilung negativ beeinflussende Korrekturen entfallen, die das maximale Biegebruchmoment der jeweils erreichten Gewebedifferenzierung übersteigen (PERREN und CORDEY, 1977).

Der wesentliche Nachteil der Osteosynthese bei geschlossenen Frakturen liegt im Infektrisiko. "Das Asepsisproblem ist vergleichbar mit einem Haus, in welchem man zusammen mit der Osteosynthese wohnen darf oder das man wieder verlassen muß. Vorausgesetzt, daß man die Osteosynthese in dem Umfange, wie sie jeder einzelne betreibt, beherrscht, so bleibt die Gefahr der Wundinfektion letztlich als einziges Gegenargument zurück" (WILLENEGGER, 1972). "... ist das Infektrisiko eng mit der Osteosynthese verknüpft. Es liegt in gut organisierten Kliniken um 1 % und einem Spitalkollektiv mit rund 9000 Osteosynthesen um 3 % (ALLGÖWER, 1971).

Unbestritten ist heute der Wert der stabilen Osteosynthesen bei offenen Frakturen aller Schweregrade. Sie hat zum einen eine klare Überlegenheit bewiesen in der Infektophylaxe (WILLENEGGER, 1970; RITTMANN, 1970; HIERHOLZER, 1973; WILLENEGGER, 1973; CONTZEN, 1975; SCHNEIDER, 1975; FRIEDRICH, 1975). Zum anderen ist manche Weichteilsanierung erst nach Stabilisierung der Fraktur möglich. Für die Rekonstruktion von Arterien- und Nervenverletzungen schafft eine innere stabile Fixation überhaupt erst die Voraussetzungen (REHN und WILLENEGGER, 1974; JUNGBLUTH, 1974; BURRI, 1975; VOLLMAR, 1975; MÜLLER, 1979).

2. Vor- und Nachteile der verschiedenen Osteosyntheseverfahren

Wie bereits früher ausgeführt, stehen zur Durchführung einer stabilen Osteosynthese am Unterschenkelschaft zwei Prinzipien zur Diskussion, die sich sowohl sinnvoll ergänzen wie auch miteinander konkurrieren können (WELLER, 1973).

- a) Intramedulläre Kraftträger
- b) extramedulläre Kraftträger

Der wesentliche Vorteil der intramedullären Kraftträger ist der, daß diese sehr früh axial ohne Nachteil für die Frakturheilung belastet werden können. Der Patient kann praktisch vom Tage der Osteosynthese an den verletzten Unterschenkel im normalen Gang belasten (WEHNER, 1971; SCHINDLER, 1970). Der Knochen wird damit frühzeitig seinen adäquaten biodynamischen Reizen ausgesetzt, ein wesentlicher Um- und Abbau im negativen Sinne der Osteoporose findet nicht statt. Das zweite, oft gebrauchte Argument des geringeren Infektrisikos durch kleineren Zugang entfernt von der Fraktur und ohne Eröffnung derselben gilt schon nicht mehr für offene Frakturen und kann auch sonst nicht überzeugen. Theoretisch besteht sicher ein Zusammenhang zwischen der Größe einer Wundfläche und der Gefahr der Keimkontamination. Dieses Argument wird immer unter Hinweis auf die kleine Incision am Schienbeinkopf von nur etwa 4-6 cm Länge benutzt. Außer acht gelassen wird jedoch immer, daß man zwangsweise mit dem Aufbohren des Markraumes eine beträchtlich größere innere Wundfläche schafft. Diese entspricht bei Aufbohren einer Tibia von 34 cm Länge auf 12 mm Weite einer Gesamtwundoberfläche von etwa $38,5 \text{ cm}^2$. Diese dürfte auch der Wundfläche bei direktem Zugang zur Fraktur mit einem Schnitt von 12-15 cm Länge entsprechen. Darüber hinaus wird gerade auch das häufige Eingehen in die Markhöhle zur Aufbohrung mit überlangen Bohrinstrumenten als gefährliche Kontaminationsmöglichkeit beschrieben (SCHINDLER, 1970; SCHWEIBERER, 1973). Eine Contusion der Weichteile im Bereich des Zugangs am Schienbeinkopf durch die sich drehenden Bohrwellen ist auch bei sorgfältiger Technik nicht völlig vermeidbar,

ebenso nicht die Folgen der erheblichen Druck- und Temperaturerhöhung im Markraum während des Aufbohrens (STÜRMER und SCHUCHARDT, 1980). Die nicht resorbierten Haematome in Verbindung mit dem an der Frakturstelle ausgetretenen Bohrmehl sind gerade eine häufige Ursache für die Sekundärinfektionen (REHN, 1970; WELLER, 1973; SCHWEIBERER, 1973). Es läßt sich auch nach den vorliegenden Arbeiten keine überzeugende Überlegenheit des Nagels in Bezug auf das Infektionsrisiko belegen, wie später noch dargestellt wird.

Ein ganz wesentlicher und im Rahmen unserer Problemstellung Bedeutung gewinnender Nachteil des Nagels ist aber seine eingeschränkte Indikation. Nur bei den Quer- und kurzen Schrägbrüchen sowie den einfachen Drehbrüchen im mittleren und am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel kann der Nagel durch elastische Verklemmung im "aufgebohrten" Markraum Stabilität erzielen (SCHINDLER, 1970; WEHNER, 1971; WELLER, 1973; SCHWEIKERT, 1974; WELLER und KNAPP, 1975; PALLESEN, 1977; SCHMIDT-NEUERBURG und STÜRMER, 1978; JONASCH und ARZINGER-JONASCH, 1978). Jedes Abweichen auf eine relative Indikation zur Nagelung bedeutet ein Verzicht auf Stabilität, insbesondere auch Rotationsstabilität und führt zu einer Erhöhung der Zahl der Komplikationen (WEHNER et al., 1971; WELLER, 1973). Der Nagel wird als mechanisch nicht absolut stabil in sich beschrieben, er benötigt Muskelzug und axiale Belastung zur Stabilisierung (REHN und WILLENEGGER, 1974; KIEHL, 1975; STÜRMER und SCHUCHARDT, 1980). Rein mechanisch wird eine deutlich geringere Stabilität für Rotations- und Tangentialkräfte und eine nur geringe Toleranzbreite bei Abweichen von der idealen Indikation ermittelt (KIEHL, 1975; SCHMIDT-NEUERBURG und STÜRMER, 1978). Es tritt deshalb mehr oder weniger immer auch Fixationscallus auf (WILLENEGGER, 1975).

Vom Prinzip her bietet die Kompressionsosteosynthese mit Schrauben und Platten dagegen große Vorteile, da sie hohe mechanische Stabilität ermöglicht und damit die für die Frakturheilung wichtige Ausschaltung aller mechanischen Störfaktoren (RITTER und GRÜNERT, 1973/1974). Biegemomente allerdings werden nur in einer Richtung neutralisiert. Die Platte muß in ihrer Lage die Zug- und Druckspannungsseiten des Knochens berücksichtigen, die für die Tibia nicht eindeutig definiert sind (RITTER und GRÜNERT, 1974; SCHNEIDER, 1975; SCHWEIBERER, 1977).

Zum weiteren wird heute eine Nagelindikation nur bei geschlossenen und erstgradig offenen Frakturen akzeptiert, bei zweit- und drittgradig offenen Frakturen überwiegend wegen des Infektrisikos für kontraindiziert gehalten (RITTMANN, 1970; WELLER, 1973; SCHWEIBERER, 1973 und 1975; SCHWEIKERT, 1974; JUNG-BLUTH, 1974; JONASCH und ARZINGER-JONASCH, 1978; SCHMIDT-NEUERBURG und STÜRMER, 1978; MÜLLER, 1979). Dies schränkt seine Verwendbarkeit weiter ein.

Von wesentlicher Bedeutung für eine ungestörte Knochenbruchheilung muß neben unbedingter Stabilität, wie schon erwähnt, auch eine ungestörte Vaskularität angesehen werden (REHN und WILLENEGGER, 1974). Wie die Arbeitsgruppe um SCHWEIBERER überzeugend nachgewiesen hat, erfolgt die Durchblutung der Tibia im Schaftbereich ganz überwiegend über medulläre Gefäßsysteme: Die Arteria nutritia sowie meta- und epiphysäre, mit der Arteria nutritia anastomosierende medulläre Gefäße. Nur eine dünne, subperiostale Schicht der Kompakta wird über periostal einstrahlende Gefäße versorgt (SCHWEIBERER et al., 1970 und 1974). Da bei der Nagelung durch das Aufbohren und damit Umformen der trigonalen Markraumarchitektur in eine kreisrunde Röhre - eine Bedingung für die notwendige elastische

Verklemmung - diese medullären Gefäße vollständig oder teilweise zerstört werden, muß während der ersten 2-4 Wochen mit ausgedehnten avaskulären Zonen der Kompakta gerechnet werden (SCHWEIBERER, 1970 und 1974; WILLENEGGER, 1975). Dieser Fortfall oder die Reduzierung der Gefäße des medullären Systems kann durch periostale Gefäßeinsprossung nicht ersetzt werden, welches im umgekehrten Falle nach ausgedehnter Periostablösung vom Markraum her sehr wohl möglich ist (SCHWEIBERER, 1970/1973 und 1975). Demgegenüber kann von den Schrauben- und Plattenosteosynthesen als extramedullären Kraftträgern gesagt werden, daß mit ihnen bei allen Frakturformen, bei denen dies überhaupt aus anatomischen Gründen noch denkbar ist, die zwei Grundvoraussetzungen erfolgreicher Osteosynthesen, nämlich Stabilität (RITTER und GRÜNERT, 1973/1974) und Vaskularität (SCHWEIBERER, 1970, 1973, 1974, 1975), erreicht werden können (SCHINDLER, 1970). Die ihnen angeschuldigten angeblichen Nachteile eines größeren Infektrisikos infolge Freilegen der Fraktur und eines größeren Operationsfeldes sind nicht einmal theoretisch überzeugend und praktisch nicht bewiesen. Das Hauptargument der KÜNTSCHER-Schule, man entferne ja das Frakturhaematom und schädige das Periost und damit die wesentliche Voraussetzung der Callusbildung (BÖHLER, 1966; FISCHER, 1967) erscheint gegenstandslos, da die Heilung ja primär angiogen im Frakturspalt und nicht über den Callus erfolgt. Die diesen Argumenten zugrunde liegende Theorie über die Rolle der periostalen Gefäßversorgung ist eindeutig widerlegt (siehe oben SCHWEIBERER et al., 1970, 1973, 1974, 1975 und 1977). Die Platten- und Schraubenosteosynthesen haben gerade ihre Überlegenheit bei offenen Frakturen des Schweregrades II - III mit Senkung der

Infektzahlen bei allen Lokalisationen insgesamt auf 3-4 % bewiesen (BURRI, 1973; SCHWEIKERT, 1973; JUNG-BLUTH, 1974). Bei Begleitverletzungen und bei Serienfrakturen einer Extremität ist oft schon aus lage-
rungstechnischen Gründen nur eine Plattenosteosynthese möglich (SCHWEIBERER, 1975).

Der einzige Nachteil der extramedullären Kraftträger liegt in der fehlenden Möglichkeit der frühzeitigen statischen, axialen Belastung (RITTER und GRÜNERT, 1974) und der sog. "Streß-Protection" des Knochens im Bereich der Platte (MATTER, BRENNWALD und PERREN, 1974; WILLENEGGER, 1975; SCHNEIDER, 1975). Also insgesamt in der Ausschaltung der adäquaten biodynamischen Reize der Druck-Zug-Wechselbelastung des Knochens für einen längeren Zeitraum. Hier ist aber inzwischen durch Entwicklung der Dynamischen Kompressionsplatte (DCP) teilweise eine Lösung des Problems gelungen (PERREN et al., 1969; ALLGÖWER et al., 1969; RÜEDI et al., 1975; MATTER und HOLZACH, 1977).

3. Begründung der Beschränkung auf eine Standard- methode

"Zahlreiche Faktoren bestimmen die Auswahl des für den Patienten optimalen Verfahrens. In ihrer Vielzahl liegt naturgemäß das Risiko des Fehlgriffes" (TSCHERNE, 1971).

"Die Marknagelung ist ein von Tücken umlauertes, man muß sagen schwieriges Behandlungsverfahren" (WELLER und KNAPP, 1975).

Aus dem bisher Dargelegten scheint rein theoretisch und in klinischen Arbeiten bestätigt insgesamt eine

Überlegenheit der extramedullären Kraftträger in der Behandlung der Unterschenkelschaftfrakturen gegenüber dem Nagel zu bestehen. RIEDEBERGER (1974) gibt z.B. eine Quote der gesamten intraoperativen Komplikationen von 19,2 % und eine der postoperativen von 24,3 % an aus einem großen Krankengut mit 312 Fällen der geschlossenen und offenen Marknagelung. Die Gesamtinfektionsquote beträgt bei ihm 17,6 %, eingerechnet 11 Fälle einer nicht näher definierten sog. aseptischen Entzündung. LICEN (1974) beschreibt in nur 8 von 17 Fällen einer offenen Unterschenkelnagelung bei geschlossener Fraktur (entsprechend 47,1 %) einen komplikationsfreien Verlauf. Die Vorteile des Nagels kommen nur bei wenigen Situationen voll zur Geltung. Bei diesen ist das Problem der knöchernen Heilung in achsengerechter Stellung aber auch mit den Schrauben- und Plattenosteosynthesen lösbar. In Kauf genommen werden muß das vergleichsweise geringere Problem der nicht möglichen frühzeitigen statischen Belastung. Alle diese Erwägungen sind in unsere Überlegung eingeflossen, allen operationsbedürftigen Unterschenkelfrakturen mit der Schrauben- und Plattenosteosynthese der AO zu begegnen. Die Beschränkung auf eine Methodik scheint theoretisch keine gravierenden Nachteile von der Indikationsstellung her zu haben. In dieser Situation gewinnen Vorteile dieses Vorgehens ausschlaggebende Bedeutung, die in anderen Bereichen liegen.

Ich sehe diese Vorzüge in folgenden Punkten, die schon angedeutet wurden:

- a) Die manchmal schwierige Differentialindikation fällt weg, Operateur und Operationsteam stellen sich auf die immer gleiche Methodik ein.

- b) Es muß vom Operateur und seinem Team nur eine Methodik erlernt und beherrscht werden und nicht mehrere, zum Teil in ihrer technischen Anlage, den zugrundeliegenden biomechanischen Prinzipien und den patho-physiologischen Gesetzmäßigkeiten sehr differente Methoden.
- c) Da unsere Klinik kein unfallchirurgischer Schwerpunkt ist, ist die Gesamtzahl der Fälle (99 in mehr als 6 Jahren) sehr klein. Hiervon haben, eine exakte Indikation vorausgesetzt, auch nur der wesentlich kleinere Teil eine Indikation zu einem anderen Verfahren als der Platten- und Schraubenosteosynthese dargestellt, selbst bei Anerkennung der sog. relativen Nagelindikation. Der Lern- und Schulungseffekt für andere Methoden wäre gering, die exakte Beherrschung der Methode zumindest zweifelhaft, wenn nicht gar unmöglich. WELLER und RENNÉ (1973) führen gerade zur Nagelung aus: "..., daß das Reservoir an Komplikationsmöglichkeiten fast unerschöpflich ist und daß immer wieder Schwierigkeiten auftreten, die neuartig sind". In der Indikation wird gerade auch immer wieder betont, daß nicht nur das Verletzungsmuster des Patienten und seine individuelle Situation, sondern auch Erfahrung, personelle und instrumentelle sowie organisatorische Möglichkeiten des Operationsteams und der Klinik eine Rolle spielen (TSCHERNE, 1971; WELLER und RENNÉ, 1973; REHN und WILLENEGGER, 1974; GÖRLICH, 1980, und andere).
- d) Aus der Durchführung einer einzigen Methode als Standardverfahren entwickeln sich normierte Verhaltensweisen in Vorbereitung, Planung und Durch-

führung der Operation und in Nachbehandlung und Beobachtung der Patienten, die mögliche Fehlerquellen ausschließen. Jeder der Beteiligten ist in weit höherem Maße mit allen Einzelproblemen vertraut. Dies kann natürlich auch eine gewisse Sorglosigkeit induzieren, die aber bei entsprechend kritischer Einschätzung der Gesamtsituation wohl vermeidbar ist.

- e) Daß die prospektive und retrospektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit einer Methode unter diesen Umständen erleichtert ist, bedarf wohl keiner näheren Begründung.

4. Vergleichende Darstellung und Wertung der Komplikationen und Fehlergebnisse in beiden Zeitabschnitten

Vergleicht man zunächst einmal das Patientengut beider Zeitabschnitte, so erscheint dies im wesentlichen trotz der unterschiedlichen Zahl, vor allem der relativ geringen Zahl im ersten Zeitabschnitt, vergleichbar. Die Geschlechtsverteilung mit einem Anteil weiblicher Patienten von 24,2 % im ersten und 26,2 % im zweiten Zeitabschnitt ist nahezu identisch. Ebenso der Anteil der offenen Frakturen im Krankengut mit jeweils 36,4 %, wobei im zweiten Zeitabschnitt eine drittgradig offene Unterschenkelfraktur behandelt wurde. Erwähnt wurde schon, daß es einen fließenden Übergang in der Zuordnung zu den zweitgradig oder drittgradig offenen Frakturen naturgemäß gibt, da hierbei eine exakte Abgrenzung oft nicht möglich ist. In unserem Krankengut wurde die Zuordnung zu der Gruppe der schwerstgradig offenen Frakturen sehr zurückhaltend vorgenommen. Nur einmal waren die Schädigungen des Weichteil-

mantels so schwergradig, daß diese Zuordnung für notwendig erachtet wurde.

Das Durchschnittsalter und der Anteil der polytraumatisierten am Krankengut zeigte mit 40,8 und 32,9 Jahren bzw. 15,2 % und 21,2 % im jeweils ersten und zweiten Zeitabschnitt nur geringe Unterschiede, von denen kein Einfluß auf die Ergebnisse zu erwarten ist.

Bei Vergleich der Ergebnisse fallen jedoch zum Teil erhebliche Veränderungen auf. Zunächst ergibt sich natürlich aus der aufgestellten Problemstellung und der angegebenen These zur Problemlösung - nämlich die Platten- und Schraubenosteosynthese als Standardmethode zu gebrauchen - ein im zweiten Abschnitt ganz erhebliches Überwiegen dieser Methode in der Operationstechnik, nämlich in 90 von 99 der operierten Fälle, entsprechend 90,9 %. Nur in 5,05 % wurde eine Nagelung durchgeführt, im Gegensatz zu 21,2 % im ersten Zeitabschnitt. Dies war beabsichtigt und Voraussetzung dieser Arbeit.

Ein erster auffälliger Unterschied ist in der sehr unterschiedlichen praeoperativen Liegezeit zu erkennen. Diese betrug im ersten Zeitabschnitt 40,8 Tage und im zweiten Zeitabschnitt 12,2 Tage. Dieser Wert muß wohl auch im Zusammenhang gesehen werden mit einem zweiten Wert, nämlich dem Anteil der primär - d.h. in den ersten 8 Stunden nach Unfallereignis - durchgeführten Osteosynthesen. Dieser betrug im ersten Zeitabschnitt 51,5 %, also nur etwa die Hälfte, während im zweiten Zeitabschnitt mehr als 2/3, nämlich 64,6 % der Patienten sofort operativ versorgt wurden. Hieraus wird ersichtlich, daß die primäre Osteosynthese ganz überwiegend die angestrebte Methode der Wahl gewesen ist und nur mit schwerwiegenden Gründen verlassen wurde. Diese be-

standen zum Teil in schweren Weichteilschäden zweiten oder sogar dritten Grades nach TSCHERNE (1971) oder in vitaler Gefährdung Polytraumatisierter, bei denen sich eine primäre Osteosynthese nur aus zwingenden Gründen indizieren läßt (REHN und WILLENEGGER, 1974; SCHMIDT-NEUERBURG, 1974; KUNER, 1976). Bei offenen Frakturen aller Schweregrade war die primäre Stabilisierung auch bei Polytraumatisierten die angestrebte Methode der Wahl, wann immer sich dies noch vertreten ließ.

Aus diesen beiden Zahlen läßt sich ableiten, daß im ersten Zeitabschnitt gerade in der Indikation

- a) zur Art der Behandlung
- b) zum Zeitpunkt der Osteosynthese und
- c) in der Wahl des Osteosyntheseverfahrens

deutliche Unsicherheit bestand, ein Faktor, der klaren Einfluß auf die Ergebnisse der Behandlung haben muß. Die extrem hohe durchschnittliche präoperative Liegezeit von 40,8 Tagen im ersten Zeitabschnitt mit einem Maximum sogar von 92 Tagen zeigt deutlich, daß primär eine klare Indikation zu einem bestimmten Behandlungsverfahren nicht gestellt wurde, sondern in sehr vielen Fällen ein erfolgloser konservativer Behandlungsversuch abgebrochen wurde. Die Osteosynthese erfolgte dann zwangsläufig zu einem sehr ungünstigen Zeitpunkt. Dies beweist die Notwendigkeit unserer Überlegungen am Übergang der beiden Zeitabschnitte.

Auch die Gesamtverweildauer in der Klinik konnte von 14,3 auf durchschnittlich 9,4 Wochen im zweiten Zeitabschnitt gesenkt werden. Dies unterstreicht nicht nur die größere Effizienz der Behandlungsmethodik. Auch den veränderten sozialen und Komfortbedürfnissen

der Patienten kann besser Rechnung getragen werden.

Daß sich darüberhinaus eine nicht geringe Kostenersparnis für die Kranken- und Unfallversicherungs-träger errechnet, sei nicht nur am Rande vermerkt. Zunehmend wird die Leistungsfähigkeit unserer Behandlungsmethoden auch an diesem Punkt gemessen werden (Tab. VI Ergebnisse).

Die folgende Diskussion der Ergebnisse muß nun klären, ob mit der ganz überwiegenden Beschränkung auf das Verfahren der Platten- und Schraubenosteosynthese eine relevante Verbesserung erzielt werden konnte.

Hier zeigen drei Werte ganz deutlich, daß dieses Ziel erreicht werden konnte:

- 1) Die Senkung der Infektionsrate im Gesamtkollektiv von 21,2 % auf 5,05 %.
- 2) Die Reduzierung des Anteils der notwendigen Zweiteingriffe von 18,2 % auf 8,1 %.
- 3) Die Senkung der lokalen Gesamtkomplikationsrate von 36,36 % auf 14,1 %.

Zu 1):

Eine Schwierigkeit jeder Infektstatistik liegt schon in der Definition der infektiösen Komplikation. Nicht jede minimale Störung der Wundheilung kann hier Erwähnung finden. Hierunter verstehe ich die oberflächliche Wundrandnekrose, die ohne jeden Einfluß auf das Schicksal der Osteosynthese bleibt und die Subcutanschicht nicht erreicht oder die oberflächliche Nekrose in

Kontusionsherden bei geschlossenen oder offenen Weichteilschäden. Jede Wundheilungsstörung aber, die zur operativen Revision zwingt oder mit Fistelungen einhergeht, muß hierzu gezählt werden, auch das potentiell infizierte Haematom, das wegen lokaler oder allgemeiner Reaktionen ausgeräumt werden muß, selbst wenn danach der weitere Heilungsverlauf ungestört verläuft.

Bei Aufschlüsselung der Gesamtinfektionsrate von 5,05 % ergeben sich folgende Erläuterungen:

Für die Platten- und Schraubenosteosynthesen bei geschlossenen Frakturen errechnet sich eine Infektrate von 1,7 % - 1 von 57 Fällen. Ein Infekt bei geschlossener Fraktur trat nach 10 Wochen an einem Steinmann-Nagel eines Fixateur externe auf, den wir zur Stabilisierung nach mißglückter Nagelung verwenden mußten.

Für die Platten- und Schraubenosteosynthesen bei offenen Frakturen errechnet sich eine Infektrate von 5,8 % - 2 von 34 Fällen. Eine Osteitis trat bei einer verzögert primären Versorgung einer drittgradig offenen Fraktur mit dem Fixateur externe auf.

Diese beiden letzten Zahlen unterstreichen noch mehr als die Zahlen des Gesamtkollektivs, daß das Konzept an unserer Klinik zu dem gewünschten Ziel geführt hat.

5. Vergleichende Analyse der Infektraten anderer Autoren

Eine vergleichende Beurteilung der verschiedenen Infektionsstatistiken (Tab. I - VI) ist schwierig. Zum einen wird nur von wenigen Autoren eine exakte Aus-

sage zur Definition der Begriffe "Infektion", "Wundheilungsstörung", "oberflächlicher Infekt", "tiefe Infektionen" oder "Weichteilinfektionen" gegeben. Die angegebenen infektiösen Komplikationen und deren Quote beschreiben also sehr unterschiedliche Schweregrade. Die Tendenz ist zum Teil spürbar, nur die Fälle mit dem klinischen Bild einer Sepsis und ausgeprägten Lokalreaktionen wie Rötung, Überwärmung und eitrig-sekretorische Sekretion mit bakteriologisch positivem Befund unter der Infektionsrate zu erwähnen. Die vielen larvierten Infekte nach Marknagelungen, insbesondere unter Antibiotikaprophylaxe, kommen dieser Tendenz sicher entgegen. Zum Teil werden aber auch sog. "blande Fistelungen" und "aseptische Entzündungen" beschrieben, die nicht in der Infektionsquote berücksichtigt werden. Diese wurden deshalb zum Teil in den tabellarischen Übersichten hinzugerechnet. Auch die von CONTZEN (1975) bei seinen Ergebnissen der intramedullären Fixation offener Unterschenkel-frakturen angegebenen Weichteilnekrosen und revisionsbedürftigen Haematome sind meines Erachtens so gravierende Wundheilungsstörungen, daß sie in der Infektstatistik berücksichtigt werden müssen. Leider geben manche Autoren auch bei Übersichtsarbeiten zum Thema keine Infektionszahlen an (z.B. WEHNER et al., 1969 und 1971), obwohl sie bemerken, daß eine hohe Infektzahl ermittelt wurde.

Die zweite Schwierigkeit des Vergleichs liegt natürlich schon in der unterschiedlichen Indikation der beiden Verfahren. Da eine primäre Nagelung bei offenen Frakturen abgelehnt wird, kann natürlich auch nicht eine Gesamtinfektrate der einen oder anderen Methode verglichen werden. Lediglich die geschlossenen Frakturen mögen einigermaßen vergleichbar sein. Hier schwanken die Angaben für die Plattenosteosynthese

bei Femur und Tibia zwischen 0,9 und 3,1 %. Für die Marknagelungen bei geschlossenen Frakturen werden Infektquoten zwischen 3,3 und 17,6 % ermittelt.

Von vielen Autoren wird die gedeckte oder offene Marknagelung bei erstgradig offenen Frakturen von Femur und Tibia befürwortet und mit niedrigen, zum Teil sehr niedrigen Infektquoten begründet (WELLER 1965, 1968, 1973, 1975, 1978; SCHWEIKERT, 1974). Die überwiegende Methode ist dabei die sekundäre Nagelung nach reizloser Abheilung der Durchspießungswunde gewesen (KRAUSS et al., 1965). Es werden aber keine Angaben über die Zahl der Infekte dieser Frakturen bis zu diesem Zeitpunkt gemacht. Der Eintritt einer Infektion nach "primär konservativer Behandlung" schließt diese Fraktur dann ja von der Nagelung aus. Die Infektquote konservativ behandelter, offener Unterschenkelfrakturen wird von SCHWEIKERT (1974) mit 26,9 % angegeben. Andere Angaben liegen bei über 50 %. Ein deutlicher Teil der so primär konservativ behandelten Frakturen muß eigentlich vor Durchführung der Nagelung eine Infektion erleiden und "fällt" damit aus der Statistik. Die Leistungsfähigkeit des Nagels bei erstgradig offenen Frakturen im Vergleich zur Plattenosteosynthese läßt sich so nicht eindeutig ermitteln. SCHEUBA (1974) gibt bei primärer Nagelung offener Unterschenkelfrakturen 23,5 % Infekte an. Und CONTZEN (1975) beschreibt 7,89 % Osteomyelitiden. Hinzu kommen 14,7 % Weichteilnekrosen mit der Notwendigkeit zur plastischen Deckung und 7,89 % revisionsbedürftige Haematome.

Gute Vergleichsmöglichkeiten bieten die Ergebnisse von RÜEDI et al. (1975). Dieses Patientenkollektiv

wurde ausschließlich mit der Platten- und Schraubenosteosynthese nach dem Prinzip der dynamischen Kompression behandelt. Der Anteil der offenen Frakturen und der Polytraumatisierten ist niedriger als in unserem Kollektiv, höher liegt der Anteil der primär operierten Fälle.

Mit 0,9 % Infektionen bei geschlossenen Frakturen liegt die Infektrate deutlich unter unserer eigenen, die bei den Platten- und Schraubenosteosynthesen geschlossener Frakturen 1,7 % beträgt. Dagegen konnten wir im eigenen Krankengut eine Infektquote von 5,8 % entgegen 11,5 % für die Platten- und Schraubenosteosynthesen bei offenen Frakturen ermitteln. Ein Vergleich der gesamten Komplikationen beider Kollektive ergibt sich aus Tab. IV.

Zu 2):

Nur in 8,1 %, entgegen 18,2 % im ersten Zeitabschnitt, mußten wir die Indikation zu einem korrigierenden Zweiteingriff stellen. Hierunter sind nicht gerechnet die Fälle mit infektiösen Komplikationen, die bis zur völligen Sanierung zum Teil natürlich wiederholter Eingriffe bedurften. Die überwiegende Indikation zur Platten- und Schraubenosteosynthese zur operativen Stabilisierung der Unterschenkelchaftfrakturen hat in unserem Krankengut dazu geführt, daß das Ziel der knöchernen Heilung in achsengerechter Stellung wesentlich sicherer als im ersten Zeitabschnitt erreicht werden konnte. Die Rate an Fehlstellungen, verzögerten Bruchheilungen und Pseudarthrosen weicht in unserem Krankengut auch nicht wesentlich von den Angaben anderer Autoren ab (RÜEDI et al., 1975; von ELLMENS DORF, 1971).

Zu 3):

Faßt man beide Zahlen zusammen, so kann eine Senkung der lokalen Komplikationsrate - die letal verlaufenden Fälle ausgenommen - von 36,36 % auf 14,1 % festgestellt werden. Auch diese Zahl hält einen Vergleich durchaus stand. RÜEDI et al. (1975) ermittelten eine lokale Gesamtkomplikationsrate von 11,9 %. Dagegen beschreibt RIEDEBERGER (1974) intraoperative Komplikationen bei der Nagelung in 19,2 und postoperative Komplikationen in 24,3 % der Fälle. Insgesamt konnte er bei 136 von 312 Fällen einen komplizierten Verlauf feststellen. Dies entspricht einer lokalen Gesamtkomplikationsrate von 43,5 % der Fälle. Hierunter fallen auch bleibende Achsen- und Drehfehler, die in unserem Krankengut nicht hingenommen werden mußten, wenn man von einem Fall einer sekundär abgerutschten, instabilen Osteosynthese absieht, die an einer anderen Klinik korrigiert wurde.

Besonders erfreut hat uns, daß wir die Notwendigkeit einer sekundären Amputation im zweiten Zeitabschnitt nicht wieder feststellen mußten, von primären Amputationen infolge ausgedehnter Zertrümmerung ohne Möglichkeit der Erhaltung oder Replantation abgesehen. Diese stehen hier nicht zur Diskussion.

In beiden Zeitabschnitten verloren wir zwei Patienten. Hierbei muß erwähnt werden, daß die beiden Patienten im ersten Zeitabschnitt an allgemeinen Komplikationen - nämlich jeweils einem Herzversagen und einer Lungenembolie - verstarben. Im zweiten Zeitabschnitt handelte es sich jeweils um polytraumatisierte Patienten, die an den unmittelbaren Unfallfolgen, nämlich einem schwersten Schädel-Hirn-Trauma, verstarben.

TAB I

 INFEKTIONS-RATEN BEI OSTEOSYNTHESEN
 OFFENER FRAKTUREN
 GESCHLOSSENER UND
 (LITERATURÜBERSICHT)

A U T O R	F A L L Z A H L	I N F E K T I O N S R A T E IN %
SCHLACHETZKI (1971) (ÜBERSICHT)		6.2 - 71%
REHN (1970) 1962-1967	240	6.6 %
AO BIS 1966 ZIT. N. ALLGÖWER (1971)	8922	3.0 %
AO 1969 U. 1970 ZIT. N. ALLGÖWER (1971)	4440	1.9 %
SCHMELZEISEN (1971)		1.8 %
SCHWEIKERT (1973) 1964-1973	7125	6.4 %
1964	253	11.1 %
1972	1044	2.7 %
EIGENES KRANKENGUT 1974-1979	535	1.9 %

TAB II

INFEKTIONSRATEN NACH PLATTENOSTEOSYNTHESEN

(LITERATURÜBERSICHT)

AUTOR	FRAKTUR- LOCALISATION	GESCHL. FRAKTUREN	INFEKT- RATE	OFFENE FRAKTUREN	INFEKT- RATE	GESAMT- ZAHL	INFEKT- RATE
REHN 1970	FEMUR U. TIBIA					130	3.8 %
BURRI 1975	ALLE					459	3.7 %
SCHNEIDER 1975	ALLE					400	7.0%
SCHWEIBERER KLAPP 1975 CHEVALIER	TIBIA	98	3.1 %	57	70 %	155	4.5%
	FEMUR U. TIBIA	130	2.3%	63	11.1 %	193	518%
RÜEDI 1975	TIBIA	323	0.9%	95	11.5%	418	3.3%
EIGENES KRANKEN- GUT 1974 -1979	TIBIA	57	1.7%	34	58%	91	33%

TAB III

INFEKTIONS-RATEN NACH MARKNAGELUNG - LITERATURÜBERSICHT -

AUTOR	FRAKTUR- LOKALISATION	GESCHL. FRAKTUREN	INFEKT- RATE	OFFENE FRAKTUREN	INFEKT- RATE	GESAMT- ZAHL	INFEKT- RATE
KRAUS KOSLOWSKI WELLER 1965	FEMUR + TIBIA		0.87		8.3		2.9
KRÖSL ZIT.N.SCHLACHETZKI 1957 1970			7.7				
JAHNA SCHARITZER 1959			11.54				
FISCHER ZIT.N.REHN 1963 1970	GESAMT						7.0
RIEDEBERGER 1974	TIBIA		14.1 bzw 17.6				
SCHEUBA 1974	TIBIA			51	23.5		
SCHWEIBERER 1975	FEMUR+TIBIA	113	7.0				
	FEMUR	96	5.2				
	TIBIA	17	17.6				
KUNER ET. AL. AO - SAMMEL 1976	FEMUR	543		74		617	1.9
	TIBIA	492		261		753	3.4

TAB IV

**INFEKTIONSRATEN BEI UNTERSCHENKEL-
FRAKTUREN (ALLE WUNDHEILUNGSSTÖRUNGEN)
LITERATURÜBERSICHT**

AUTOR	METHODE	INFEKTE IN %		
		OFFEN.FRA.	GESCHL.FRA.	GESAMT
KRÖSL 1957 ZIT.N.SCHLACHETZKI	MARKNAGEL		7.7	
JAHNA U. SCHARITZER 1959	MARKNAGEL		11.54	
MATTER U. GUT 1964	SAMMELSTATISTIK VERSCH.METHODEN	17.8		
ALLGÖWER 1971	AO- SAMMELSTAT. BIS 1969	7.6	1.4	
SCHWEIKERT 1974	KONS.	26.9		
"	PRIM. O.S. ÜBERW. PLATTE	8.6		
"	VERZ. PRIM. O.S. MARKNAGEL	5.2		
SCHEUBA 1974	MARKNAGEL	23.5		
RIEDEBERGER 1974	MARKNAGEL		17.6	
SCHWEIBERER 1975	MARKNAGEL		17.6	
"	PLATTEN - O.S.	7.0	3.1	4.5
CONTZEN 1975	MARKNAGEL	30.48		
		OSTEITIS 7.8		
		WEICHTEIL NEKROSEN 14.7		
		AUSGERÄU. HAMATOME 7.89		
RÜEDI 1975	PLATTEN - O.S.	11.5	0.9	3.3
KUNER ET. AL. AO - SAMML. 1976	MARKNAGEL			3.4
WELLER 1978	MARKNAGEL		3.3	
EIGENES KRANKENGUT	PLATTEN O.S.	5.8	1.7	4.4
1.9.73 - 31.12.79	ALLE METHODEN	8.3	3.17	5.05

TAB V

INFEKTIONSRATE BEI OSTEOSYNTHESEN
DER OFFENEN UNTERSCHENKELFRAKTUR
LITERATURÜBERSICHT

AUTOR	METHODE	ZAHL	INFEKTRATE IN %
ALLGÖWER 1971	AO -SAMMELBIS 1969	79	7.6
SCHEUBA 1974	MARKNAGEL	51	23.6
CONTZEN 1975	MARKNAGEL	38	7.89
		+SÄMTL.WUND- HEILUNGS- KOMPLIKATION	30.48
RÜEDI 1975	PLATTEN-UND SCHRAUBEN- O.S.	95	11.5
SCHWEIBERER KLAPP CHEVALIER 1975	PLATTEN-UND SCHRAUBEN- O.S.	57	7.0
ZIT. N. SCHWEIBERER 1975:			
GRAF 1974	KEINE ANGABE	125	10.0
VOORHOEVE 1974	" "	67	4.5
RÜEDI 1974	" "	105	10.0
MATTER 1964	" "	56	17.8
EIGENES KRANKENGUT 1.9.73 - 31.12. 1979	PLATTEN - UND SCHRAUBEN - O.S. FIXATEUR	36	8.3

TAB. VIVERGLEICH ZWEIER KOLLEKTIVE OPERATIV BEHANDELTER
UNTERSCHENKEL-FRAKTUREN

		RÜEDI KOLBOW ALLGÖWER 1975	EIGENES KRANKEN- GUT 1973 - 1979
GESAMTZAHL		418	99
GESCHLOSSENE FRAKTUREN		77.3 %	63.6 %
OFFENE FRAKTUREN		22.7 %	36.4 %
ANTEIL POLYTRAUMAT		15.3 %	21.2 %
ANTEIL PRIMÄR - O.-S.		90 %	64.6 %
TOTAL		33 %	505%
INFEKTE	OFFENE FRAKTUR	11.5 %	8.3 %
	GESCHLOSS. FRAKTUR	0.9 %	317 %
PSEUDARTHROSEN		1.9 %	20 %
SEKUNDÄRE FEHLSTELLUNG		21 %	4.0 %
VERZÖGERTE HEILUNG		4.06%	3.0 %
GESAMT		11.9 %	14.1 %

KOMPLIKATIONEN

7. Diskussion adjuvanter Einflüsse

Bei Wertung aller Ergebnisse muß natürlich eingeräumt werden, daß nicht in der Methodik des operativen Vorgehens liegende Faktoren auf die Ergebnisse einen Einfluß gehabt haben. An erster Stelle müssen hier die baulichen Voraussetzungen im Operationstrakt genannt werden. Ein Einfluß hiervon hat sicher bestanden, kann in seinem Ausmaß aber schwierig eingeschätzt werden.

Die totale Abschottung des Operationstraktes mit Schleusen für Patienten und Personal sowie mit voller Klimatisierung brachte zwangsläufig eine Verbesserung der Asepsis. Zum zweiten wurde im Neubau der Klinik nicht mehr nach dem sog. Trommelsystem im Op gearbeitet. Es wurden für sämtliches Sterilgut Einwegverpackungen entwickelt. Hiermit war es möglich, das Operationsinstrumentarium und die benötigte Wäsche jeweils für einen Eingriff getrennt zu verpacken und zu sterilisieren. Das gesamte Instrumentarium wurde anschließend gänzlich neu aufgearbeitet, wiederum in Einwegverpackung gebracht und sterilisiert. Das System war so angelegt, daß unter allen Umständen garantiert war, daß zum Zeitpunkt der Ingebrauchnahme des Sterilgutes eine sichere Sterilität gewährleistet war (BURRI, 1971; SCHWEIKERT, 1972; HOFFMANN, 1972; WELLER, 1973; SCHWEIBERER, 1973).

Inwieweit mögliche, noch bestehende Lücken in der Asepsis für das Angehen einer Infektion verantwortlich waren oder ob technische und taktische Fehler in der Planung und Durchführung des Eingriffs für eine Osteitis ursächlich verantwortbar gemacht werden mußten, wird die folgende casuistische Einzelanalyse noch darstellen.

8. Casuistische Analyse der Fehlergebnisse im zweiten Zeitabschnitt

a) Infektionen N = 5

1. Fall 18-jähriger Zweiradfahrer, der eine zweitgradig offene Trümmerfraktur erlitt (Abb. 1). Die Osteosynthese ist überdimensioniert, die Platte liegt ungünstig medial (Abb. 2). Eine sparsame Osteosynthese mit lateral liegender Platte unter guter Weichteildeckung wäre indiziert gewesen.

Es entwickelte sich eine Hautnekrose distal mit Freiliegen der Platte. Eine frühe Implantatentfernung wurde angestrebt, aber durch Stichincisionen ohne gründliche chirurgische Säuberung des Plattenlagers und Sanierung der Weichteile durchgeführt. Es entwickelte sich dann eine foudroyante Osteitis über das offene Plattenlager (Abb. 3). Eine Ausheilung konnte nach Anwendung des Fixateur externe, Saug-Spül-Drainagen und mehreren Spongiosaplastiken erreicht werden (Abb. 4).

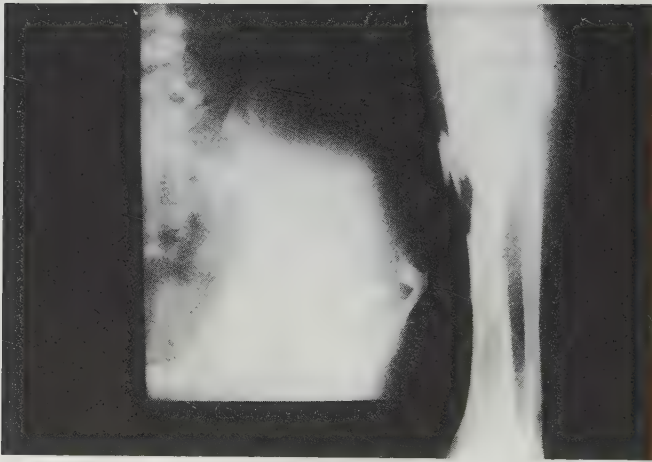
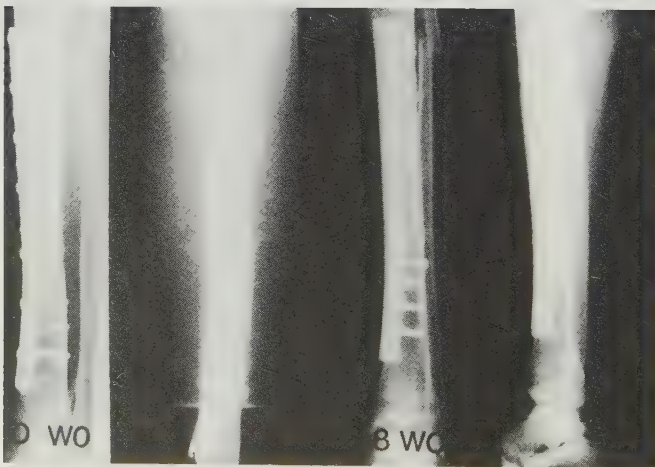


Abb. 1: Unfallbild



a

b

Abb. 2: a: postoperative Aufnahme
b: 8 Wochen postoperativ

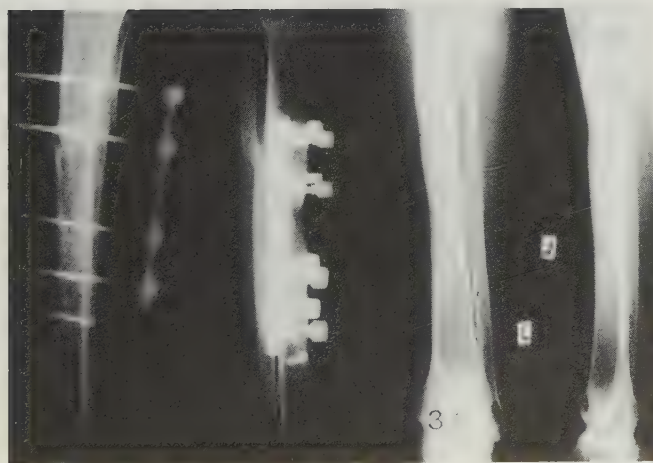


a

b

Abb. 3: a: 1 Woche nach Entfernung des Osteosynthesematerials

b: 9 Wochen nach Entfernung des Osteosynthesematerials



a

b

Abb. 4: a: nach Anlegen des Fixateur externe

b: Ausheilung 3 Jahre nach Unfall

2. Fall (Abb. 5)

17-jähriger Zweiradfahrer, der eine drittgradig offene Fraktur mit schwersten Weichteilkontusionen ventral und großer Quetsch-Platzwunde dorsal erlitt. Primär wurde konservativ mit Anlegen einer Drahtextension behandelt. Es entwickelte sich eine Hautnekrose ventral mit Freiliegen und Nekrose des Knochenfragmentes. Dieses mußte entfernt werden. Danach Anlegen eines Fixateur externe bei bereits bestehendem Infekt. Ausheilung der Osteitis und des knöchernen Defektes nach mehrmaligen Spongiosaplastiken. Die dorsale Weichteilwunde war primär geheilt. Eine primäre Stabilisierung im Fixateur externe, kombiniert mit einer sparsamen Minimal-Osteosynthese durch eine oder zwei Zugschrauben, wäre wahrscheinlich erfolgreicher gewesen (Abb. 6).

Ausheilung konnte erst nach wiederholten Spongiosaplastiken und langdauernder Anwendung des Fixateur externe erreicht werden. Gutes Remodelling mit belastbaren Strukturen (Abb. 7).

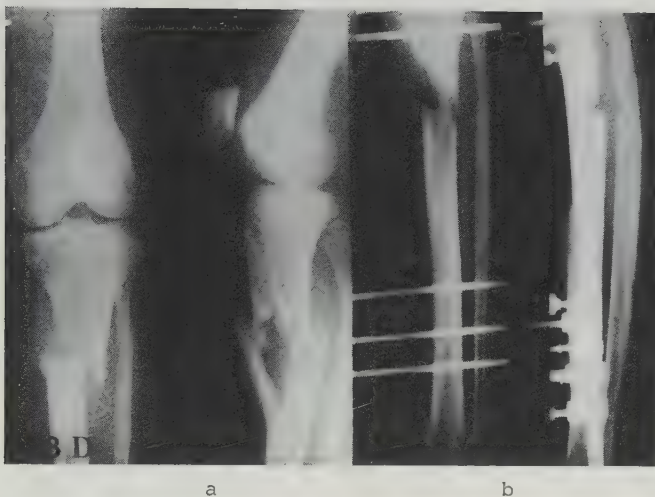


Abb. 5: a: Unfallbild

b: Nach Anlegen des Fixateur externe und
Entfernung des großen, ventralen
Sequesters

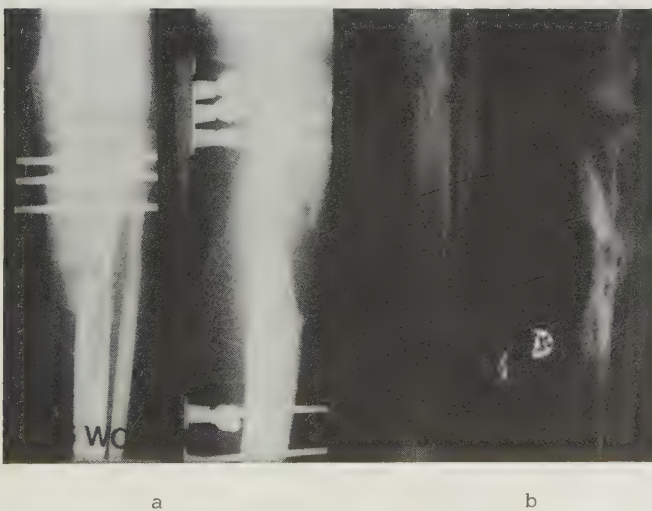
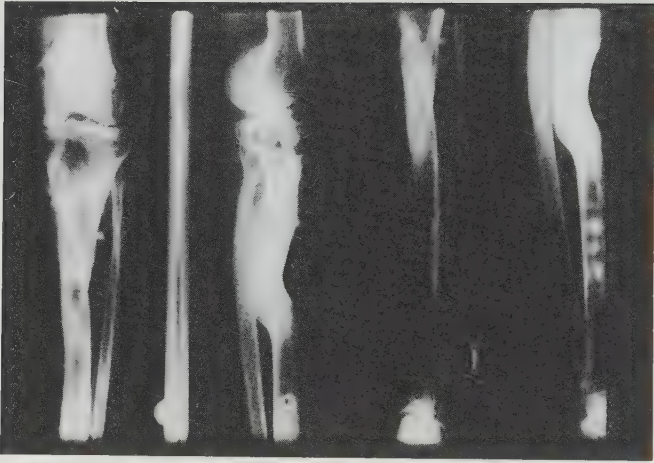


Abb. 6: a: Nach der ersten Spongiosaplastik von
einem dorsalen Zugang

b: 1 Jahr nach Unfall



a

b

Abb. 7: a: 20 Monate nach Unfall
b: 30 Monate nach Unfall

3. Fall (Abb. 8)

Ein 46-jähriger Landwirt erlitt beim Sturz vom Heuboden eine zweitgradig offene Fraktur. Gleichzeitig bestand eine groteske Psoriasis vulgaris.

Hier wäre statt des gewählten ventralen wohl ein dorsaler Zugang zur Tibia wegen der Psoriasis und eine durch vitale Weichteile besser geschützte, dorsale Platte indiziert gewesen. Die Anwendung des Fixateur externe in Kombination mit mehreren Sequestrotomien und Spongiosaplastiken führte zur Beruhigung mit nur gelegentlich rezidivierender, relativ blander Fistelung (Abb. 9).

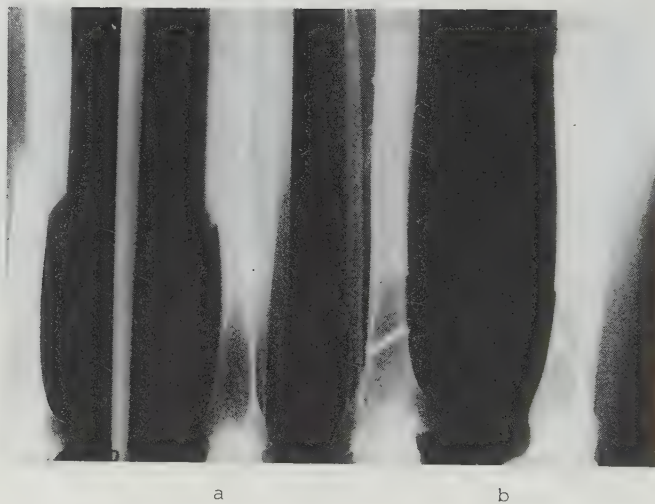


Abb. 8: a: Unfallbild
b: postoperatives Bild

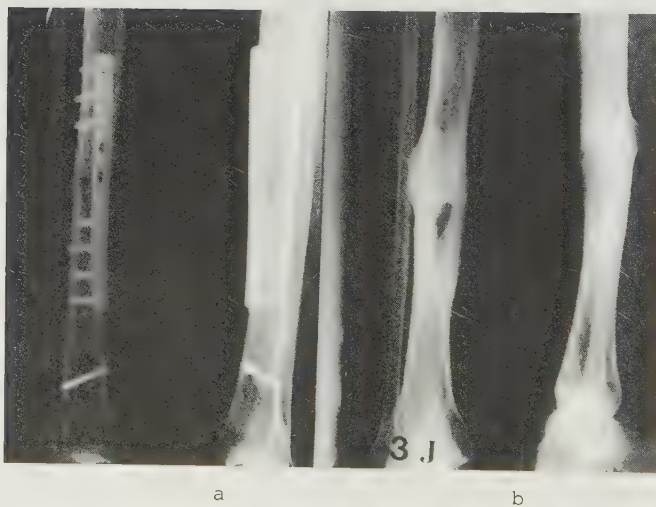


Abb. 9: a: 18 Wochen nach Unfall
b: Ausheilungsbild nach 3 Jahren

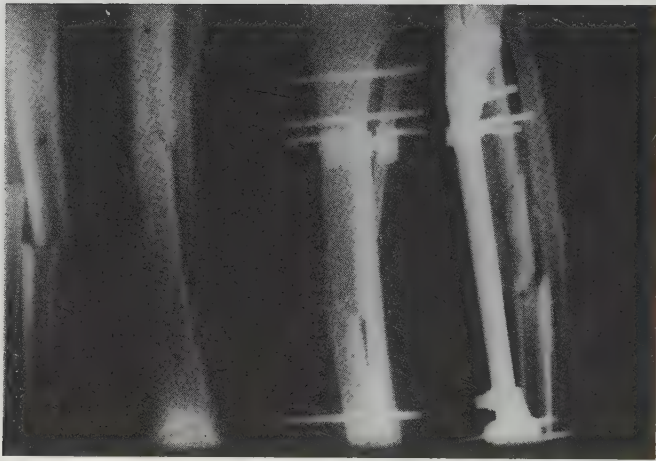
4. Fall

Eine 64-jährige Patientin erlitt eine geschlossene Trümmerfraktur des proximalen Unterschenkelschaftes. Der manifeste Diabetes der Patientin zum Zeitpunkt der Osteosynthese mit Werten über 200 mg% Blutzucker war der Patientin und dem Operateur nicht bekannt. Es entwickelte sich eine Osteitis nach primärer Plattenosteosynthese.

Ob eine sekundäre Versorgung nach Abklärung und guter Einstellung des Diabetes diese Osteitis hätte vermeiden lassen, kann nur diskutiert, nicht beantwortet werden. Eine Fehlleistung in der Technik der Osteosynthese ist hier nicht erkennbar.

5. Fall (Abb. 10)

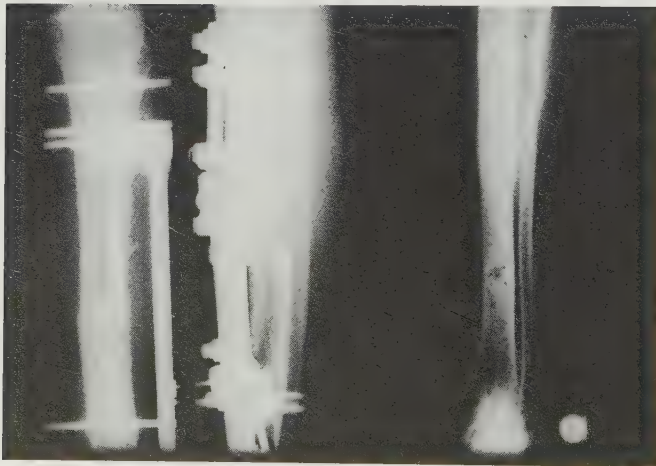
Die geschlossene Unterschenkelfraktur eines 21-jährigen PKW-Fahrers schien eine ideale Nagelindikation. Eine längsverlaufende Fissur wurde jedoch von allen Beteiligten übersehen. Beim Einschlagen des Nagels kam es zur Sprengung des Fragmentes (WELLER, 1973). Jetzt "Umsteigen" auf den Fixateur externe, der zwar eine gute knöcherne Heilung erzielte, aber auch zu einer Osteitis an einem der Steinmann-Nägel führte (Abb. 11). Diese konnte nach Sequestrotomie und temporärem Einlegen einer Refobacin-PMMA-Kugelschlinge saniert werden (Abb. 12).



a

b

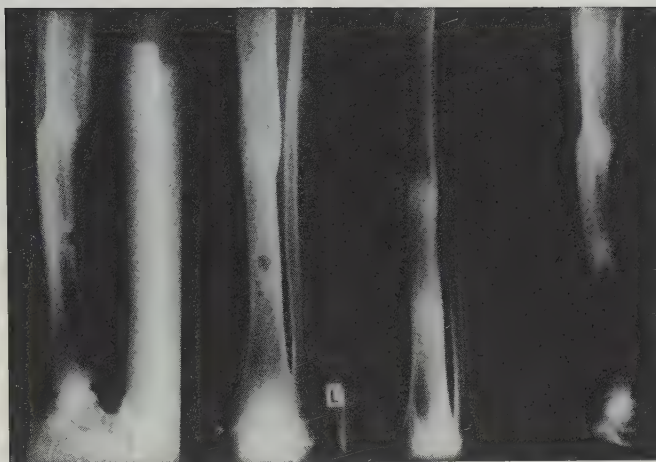
Abb. 10: a: Unfallbild
b: postoperatives Bild



a

b

Abb. 11: a: 10 Wochen postoperativ
b: 18 Wochen postoperativ,
Zeichen der Nagelosteitis



a

b

Abb. 12: a: Nach Sequestrotomie glatte Strukturen
im Bereich des Nagelkanals

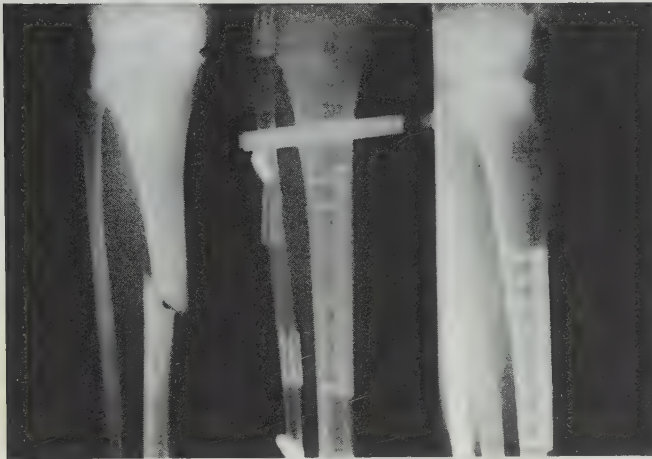
b: Ausheilungsbild nach 2 Jahren

b) Pseudarthrosen N = 2

Definition: Frakturen mit ausgebliebener knöcherner Heilung, die zur Notwendigkeit einer Reosteosynthese nach Ablauf der 20. Woche führten.

1. Fall (Abb. 13)

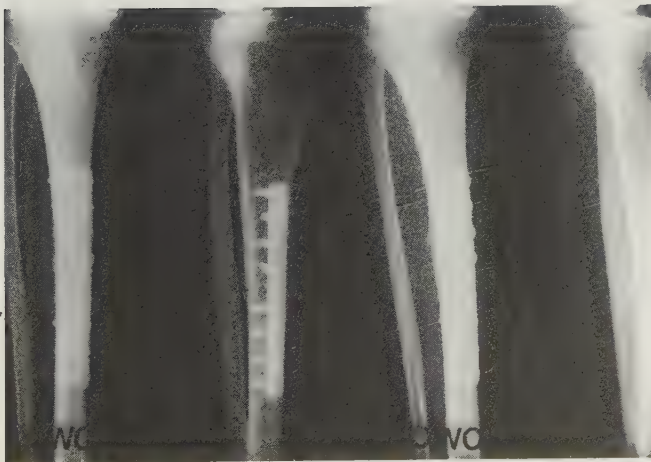
Ein 45-jähriger Kfz-Schlosser, der sich eine erstgradig offene Unterschenkelfraktur als Stoßstangenverletzung zuzog. Die Osteosynthese schien ideal, die plattenferne Abstützung der Corticalis kann jedoch nicht korrekt erreicht gewesen sein. Der Verlauf zeigte deutlich die Zeichen der Instabilität (Abb. 14). Die Reosteosynthese nach 20 Wochen mit breiter Platte und autologer Spongiosaplastik führte zur Ausheilung (Abb. 15).



a

b

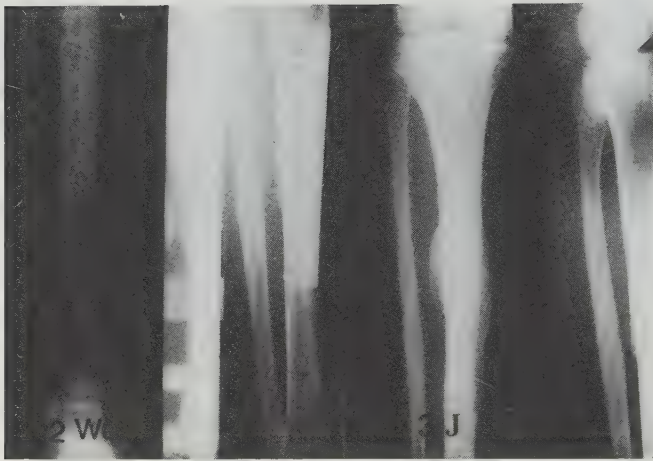
Abb. 13: a: Unfallbild
b: postoperatives Bild



a

b

Abb. 14: a: Nach 12 Wochen jetzt deutlich sichtbarer
Frakturspalt
b: Vergeblicher "Abstützungsversuch" durch
Reizcallus. Typ. Instabilität.



a

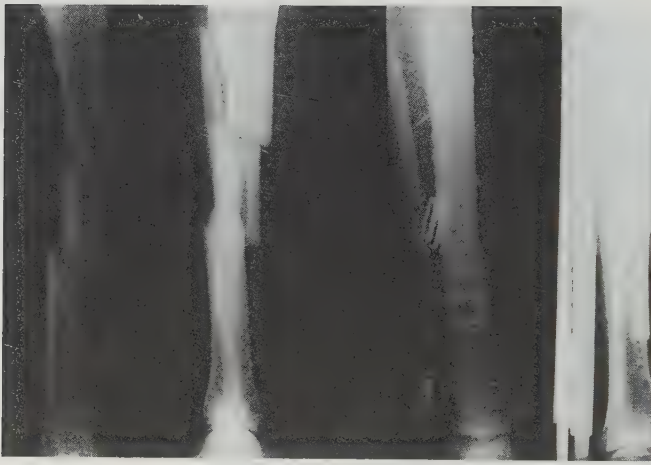
b

Abb. 15: a: 2 Wochen nach Reosteosynthese mit
breiter Platte und Spongiosaplastik

b: Ausheilungsbild nach 3 Jahren

2. Fall (Abb. 16)

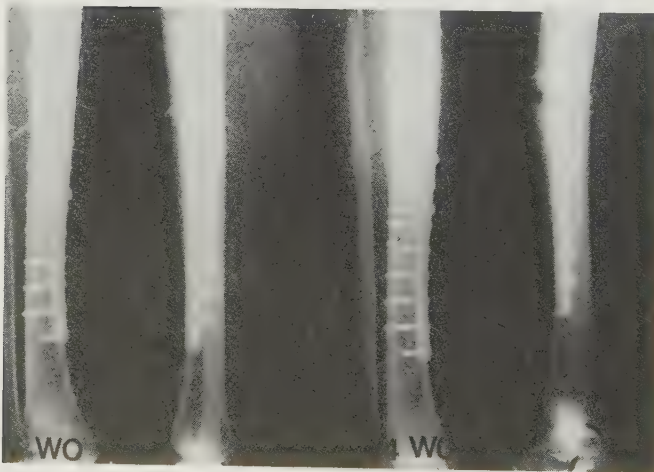
Ein 33-jähriger Gastarbeiter erlitt als Fußgänger eine Stoßstangenverletzung mit offener Trümmerfraktur II. Grades. 16 Wochen nach Plattenosteosynthese submaximale Belastung, da ein scheinbarer Durchbau der Osteosynthese im Röntgenbild erkennbar war (Abb. 17). 8 Wochen später kam es zum Plattenbruch. Eine Reosteosynthese mit zusätzlicher Spongiosaplastik sicherte den Ausheilungserfolg (Abb. 18). Hierbei muß der Primärversorgung eine Schuld angelastet werden. Bei ausgedehnter Zertrümmerung wäre eine primäre, in jedem Fall aber eine sekundäre Spongiosaplastik indiziert gewesen.



a

b

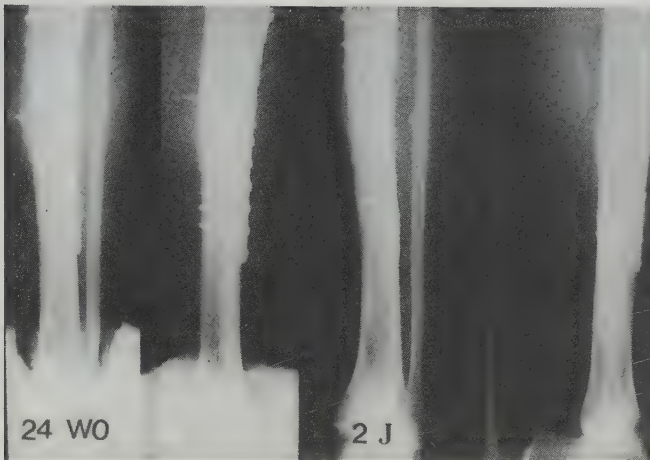
Abb. 16: a: Unfallbild
b: postoperatives Bild



a

b

Abb. 17: a: Nach 16 Wochen scheinbar gute Konsolidierung, submaximale Belastung
b: 8 Wochen später Ermüdungsbruch der Platte



a

b

Abb. 18: a: Reosteosynthese mit breiter Platte
und Spongiosaplastik

b: Ausheilungsbild nach 2 Jahren

c) Sekundäre Fehlstellung N = 4

1. Fall

Die Abb. 19 zeigt die Bilder eines 26-jährigen, über 100 kg schweren Mannes mit bds. Unterschenkelfrakturen und Schädel-Hirn-Trauma III. Grades. Schon zwei Wochen nach der korrekten Osteosynthese am rechten Unterschenkel war die sekundäre Fehlstellung infolge Überlastung der mechanischen Möglichkeiten durch den sehr unruhigen Patienten festzustellen. Die Reosteosynthese mit breiter Platte führte zur knöchernen Heilung, insbesondere, da auch die Kooperationsfähigkeit des Patienten infolge Rückbildung der Folgen des Schädel-Hirn-Traumas zunahm (Abb. 20).



Abb. 19: a: Unfallbild
b: Frühe Verbiegung der Platte infolge mechanischer Überlastung

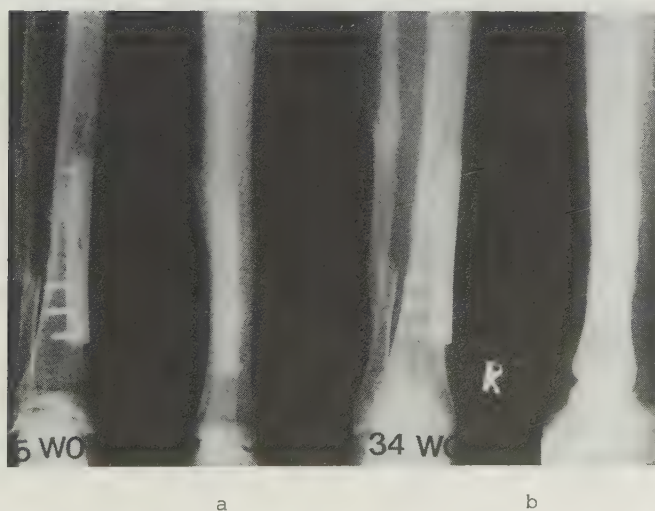


Abb. 20: a: Reosteosynthese mit breiter Platte
b: Ausheilungsbild

2. Fall (Abb. 21)

Eine erstgradig offene Fraktur bei einem 17-jährigen Zweiradfahrer wurde primär korrekt stabilisiert. Der völlig uneinsichtige Patient belastete schon zwei Wochen nach der Osteosynthese voll (Abb. 22). Die Platte verbog sich, die Osteosynthese und zusätzliche Sicherung im Gipsverband führte zur problemlosen Ausheilung.

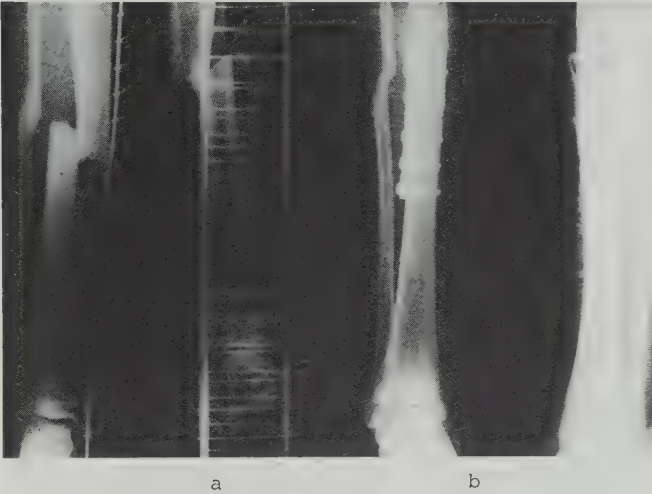


Abb. 21: a: Unfallbild
b: Korrekte Osteosynthese mit lateral
plazierter Platte

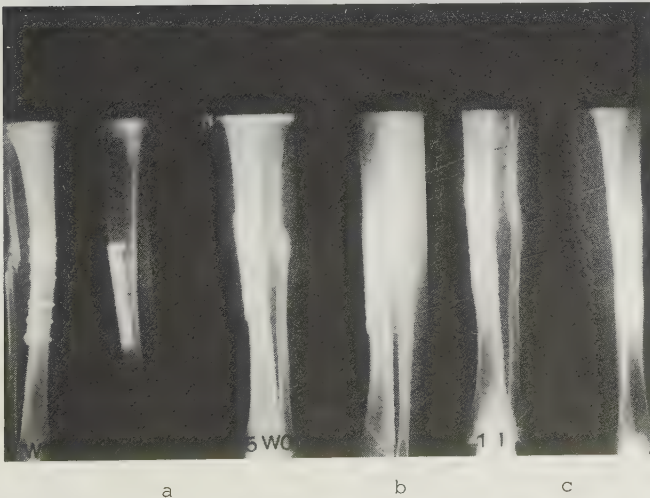


Abb. 22: a: Frühe Verbiegung infolge mechanischer
Überlastung
b: Reosteosynthese nach 5 Wochen
c: Ausheilungsbild nach 1 Jahr

3. Fall (Abb. 23)

Eine 51-jährige Frau erlitt bei einem Sturz auf einer Treppe eine erstgradig offene Fraktur. Die durchgeführte Osteosynthese war sicher unzureichend und primär instabil. Sie dislozierte, konnte auch im Gips nicht gerettet werden. Die notwendige Reosteosynthese und Korrektur wurde im Heimatkrankenhaus der Patientin durchgeführt.

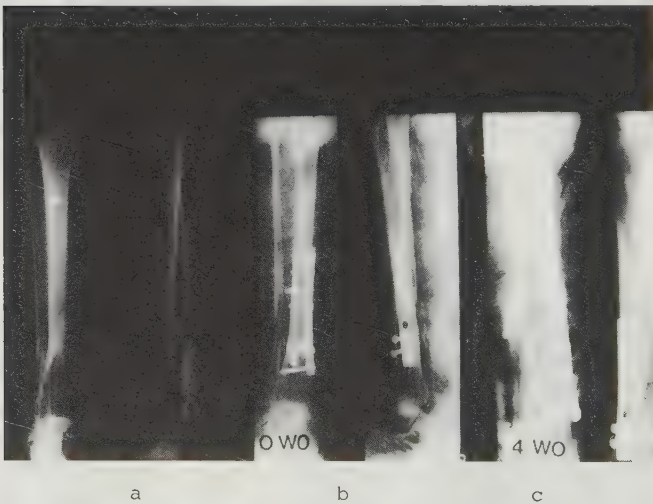
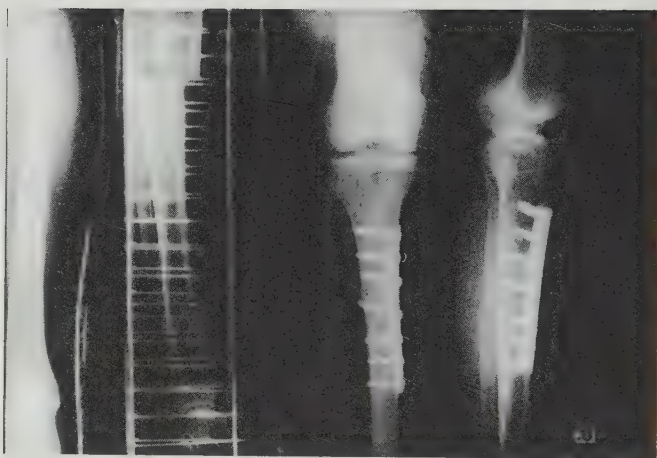


Abb. 23: a: Unfallbild
b: Postoperatives Bild. Die mangelnde Stabilität ist sichtbar, sollte im Gips kompensiert werden.
c: Abrutschen der Fraktur im Gipsverband als Ausdruck der völlig mangelhaften Stabilität.

4. Fall (Abb. 24)

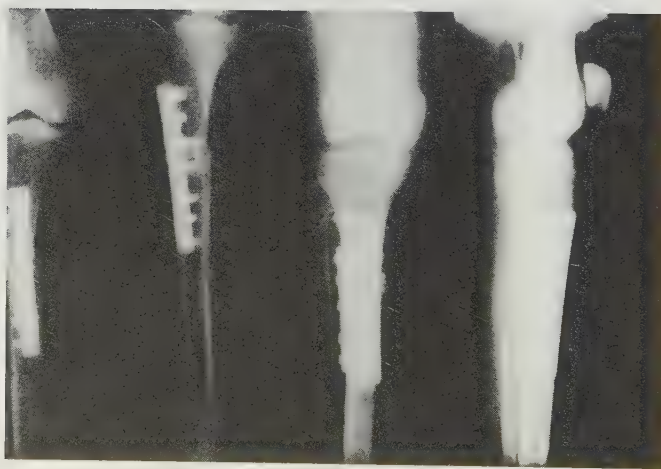
Bei einer 66-jährigen Patientin wurde primär eine Platten-Osteosynthese bei erstgradig offener Fraktur durchgeführt. Die Patientin mußte wegen der Folgen eines schweren Thoraxtraumas langzeitbeatmet werden. Bei gleichzeitig bestehender Osteoporose konnte die Osteosynthese die mechanische Beanspruchung während der Unruhephasen der Patientin nicht tolerieren. Es kam zum Ausreißen der Schrauben (Abb. 25). Eine Reosteosynthese mit Doppelplatte in Verbindung mit Zement als sog. Verbundosteosynthese führte zur Stabilisierung mit anschließend möglicher früher Belastung und Mobilisation der Patientin. In diesem Fall konnten die Probleme der Verbundosteosynthese bei belasteten Knochen sicher in Kauf genommen werden (ZILKEN, LEGER, SCHNEIDER, 1977).



a

b

Abb. 24: a: Unfallbild
b: Postoperatives Bild



a

b

Abb. 25: a: Abrutschen der Osteosynthese wegen Osteoporose und Unruhe der beatmeten Patientin
b: Reosteosynthese mit Doppelplatte und Zement als "Ausnahmelösung"

d) Verzögerte Bruchheilung N = 3

Definition (SCHWEIBERER et al., 1974): Drohende oder offenkundige Entgleisung normaler Bruchheilung zu einem Zeitpunkt, zu dem üblicherweise nach Form und Lokalisation der Fraktur klinisch bei Belastung Schmerzfreiheit ohne örtliche Überwärmung und Schwellung besteht. Röntgenologisch muß nach operativer Behandlung der Frakturspalt verwaschen oder vollständig verschwunden sein. In unserem Krankengut betrifft dies alle gestörten Bruchheilungen bis zur 20. Woche, die ohne Reosteo-synthese, nur mit Korrektur einer belassenen Osteo-synthese und/oder autologer Spongiosaplastik behandelt wurden und bei denen sich intraoperativ nicht eine vollständig ausgebliebene knöcherne Heilung zeigte.

1. Fall (Abb. 26)

Eine primär instabile Osteosynthese bei einem 42-jährigen Fußballspieler blieb 12 Wochen völlig ohne sichtbare knöcherne Reaktion im Röntgenbild (Abb. 27). Durch eine zusätzlich eingebrachte Schraube mit interfragmentärer Druckwirkung und eine Spongiosaplastik ließ sich die Ausheilung problemlos erzielen.

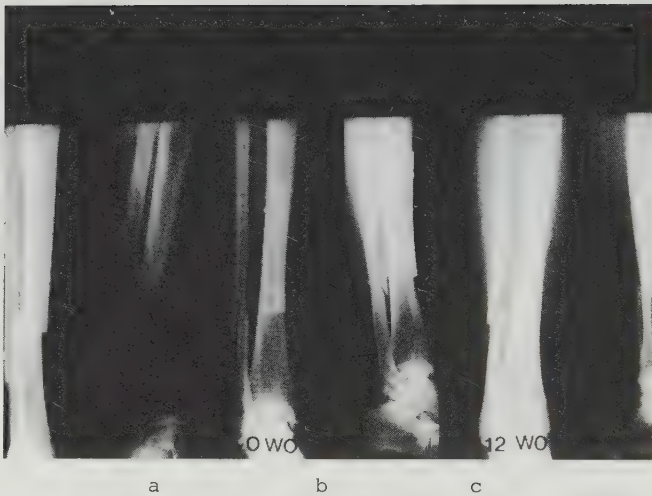


Abb. 26: a: Unfallbild
b: Postoperatives Bild
c: Nach 12 Wochen keine Reaktion im
noch sichtbaren Frakturspalt

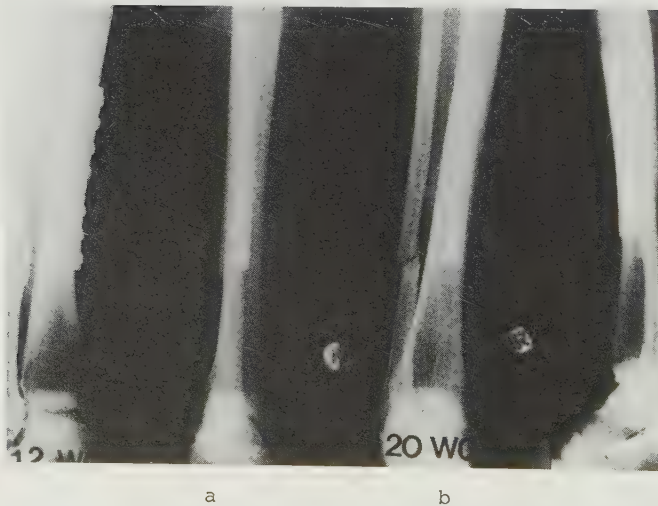


Abb. 27: a: Korrektur der Osteosynthese durch zu-
sätzliche Schraube und Spongiosaplastik
b: Konsolidierung 8 Wochen später

2. Fall (Abb. 28)

Bei einer zweitgradig offenen Fraktur eines 18-jährigen Zweiradfahrers bestand eine Defektzone, die eine primäre Spongiosaplastik erfordert hätte. Diese unterblieb, wobei die Schädigung der Weichteile bei der Indikation eine Rolle gespielt hat. Die Defektzone durchbaute sich nicht, die Spongiosaplastik nach 18 Wochen brachte den gewünschten Erfolg (Abb. 29).

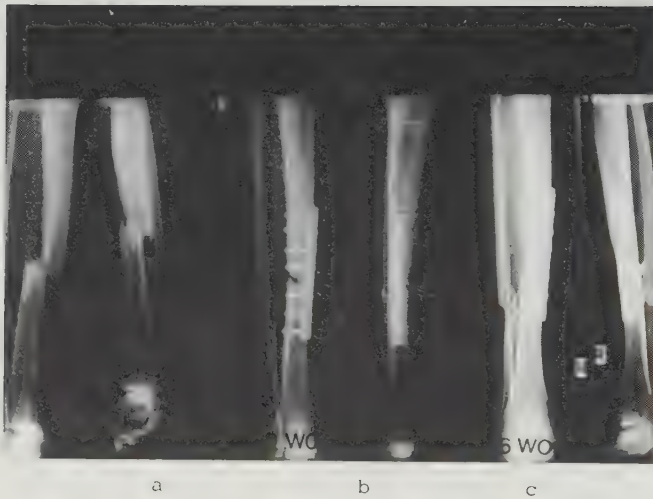


Abb. 28: a: Unfallbild
b: Postoperatives Bild, die Defektzone plattenfern ist deutlich sichtbar
c: Nach 16 Wochen kein Durchbau dieses Defektes

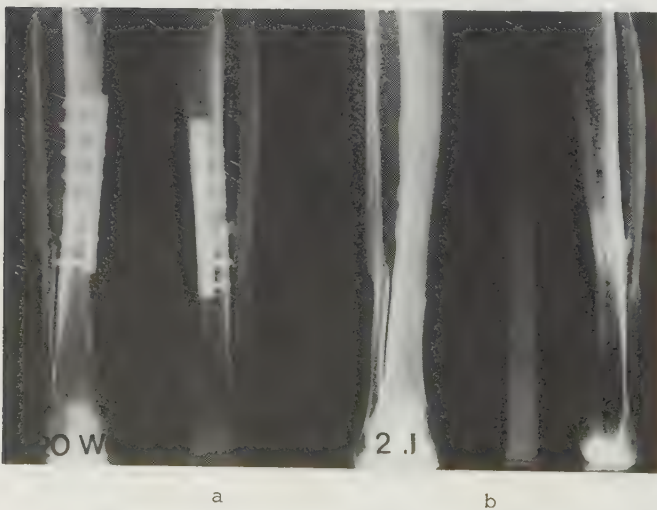


Abb. 29: a: Schon 4 Wochen nach Spongiosaplastik ist der zunehmende Durchbau sichtbar
b: Ausheilungsbild nach 2 Jahren

3. Fall (Abb. 30)

Auch bei einem weiteren, 18-jährigen Zweiradfahrer mit zweitgradig offener Fraktur unterblieb die primäre Spongiosaplastik bei festgestellter Defektzone. Der Knochenbruch durchbaute sich nicht, eine sekundäre Spongiosaplastik führte zur Ausheilung (Abb. 31 + 32).

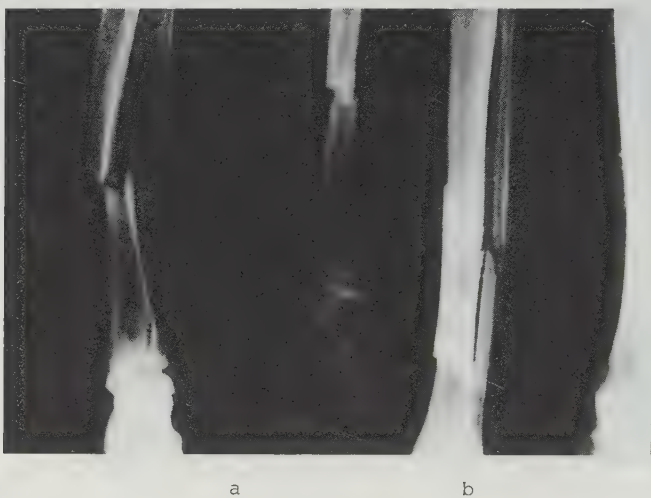


Abb. 30: a: Unfallbild
b: Postoperatives Bild

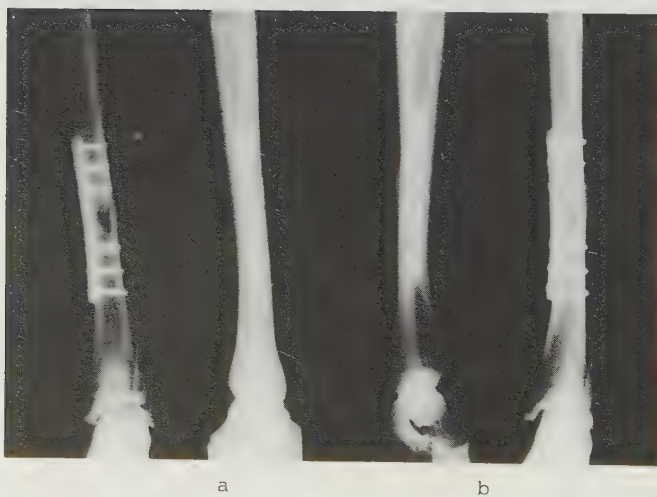


Abb. 31: a: 12 Wochen postoperativ
b: Ergänzende Spongiosaplastik

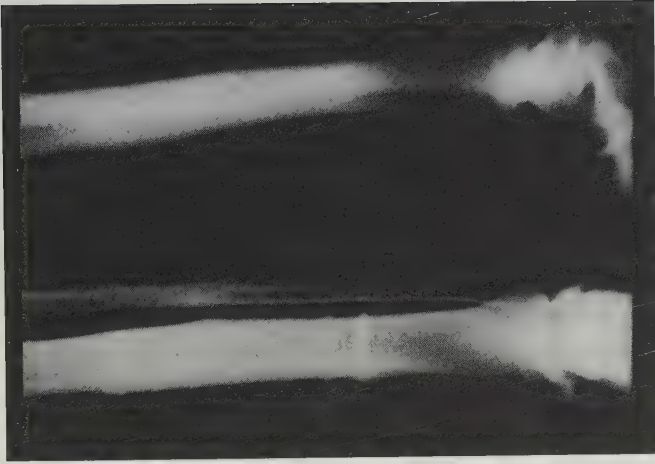


Abb. 32: Ausheilungsbild nach 2 Jahren

Bei kritischer Wertung dieser Fehlergebnisse muß festgestellt werden, daß in 11 von den geschilderten 14 Fällen deutlich nachweisbare oder doch zumindest naheliegende Fehler in der Durchführung und Anwendung der Prinzipien der Platten- und Schraubenosteosynthesen gefunden werden. Lediglich in 2 von diesen 11 Fällen ist dieser Zusammenhang zweifelhaft, nicht hinlänglich beweisbar. Im Gesamtkollektiv der komplizierten Verläufe sind nur in 3 von 14 Fällen Fehler der Methodik ausgeschlossen und das Fehlergebnis schicksalhaft oder Schuld des Patienten und damit unvermeidbar.

Betrachtet man die Fälle der Pseudarthrosenbildung sowie die der verzögerten Bruchheilung, so wird ganz offensichtlich, daß hier die Prinzipien Stabilität und Vaskularität nicht verwirklicht wurden und eine Korrektur mit Erreichung dieses Zieles die knöcherne Heilung erbrachte.

Großzügige Anwendung der primären Spongiosaplastik bei Defekten ist anzustreben. Dem steht jedoch bei schwerverletzten Patienten der Zwang zu kurzen Eingriffen ohne vermeidbare Ausweitung gegenüber. Bei offenen Frakturen kann auch die zusätzliche Spongiosaplastik Probleme der Weichteildeckung bringen. Wenn primär der Knochendefekt anhand der Röntgenbilder unterschätzt und der Patient nicht entsprechend vorbereitet wird, so muß diese Maßnahme aus Gründen der Asepsis unterbleiben. Jedoch werden wir zunehmend uns dann zur frühsekundären Spongiosaplastik entschließen (RITTMANN et al., 1969 und 1971).

Bei den Fällen mit der Komplikation einer Infektion sind überwiegend nicht ausreichende Beachtung der Probleme des Weichteilmantels und der Platzierung

des Osteosynthesematerials für die Entstehung einer Infektion verantwortlich gewesen und liegen damit auch in vermeidbaren operationstechnischen Fehlern.

Eines zeigt diese Analyse jedoch unzweideutig:

Fehlergebnisse bei Osteosynthesen, insbesondere am Unterschenkel, sind ganz überwiegend nicht der gewählten Methodik der ausschließlichen Platten- und Schraubenosteosynthese zuzuschreiben. Sie liegen in ihrer fehlerhaften oder unzureichenden Anwendung. Stabilität der Osteosynthese als unabdingbare mechanische Konstellation operativer Knochenbruchbehandlung, Vaskularität des Knochens und vor allem die subtile Beachtung der vielfältigen Schäden des Haut-Weichteilmantels sind die Voraussetzung zur Verhütung dieser Komplikation.

F Schlußfolgerungen

Diese Untersuchung ist kein Plädoyer für die alleinige und ausschließliche Platten- und Schraubenosteosynthese am Unterschenkelschaft als Verfahren der Wahl. Die Schlußfolgerungen, die aus den vorstehenden Ausführungen zu ziehen sind, möchte ich wie folgt formulieren:

- 1) Die Erarbeitung eines klaren und begründeten Konzeptes für Indikation und Methodik der Frakturenbehandlung ist die wesentliche Voraussetzung guter Ergebnisse.
- 2) Die Festlegung auf ein Verfahren - und zwar die Platten- und Schraubenosteosynthesen nach den Prinzipien der AO - ist ein vertretbares und erfolgreiches Konzept in der Behandlung operationsbedürftiger Frakturen am Unterschenkel-schaft. Dies kann insbesondere für nicht ausschließlich unfallchirurgisch tätige Kliniken gelten.
- 3) Operative Frakturbehandlung kann nur erfolgreich sein bei unbedingter Orientierung an den biomechanischen Grundbedingungen der Stabilität und Vaskularität.
- 4) Offene Frakturen erfordern eine besonders differenzierte Beachtung aller Schäden des Weichteilmantels in Indikation, Taktik und Technik des Eingriffs.
- 5) Das operative Vorgehen, insbesondere bei der relativen Indikation, erfordert als eine *Conditio sine qua non* optimale organisatorische und bauliche Voraussetzungen.

G Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob es möglich und empfehlenswert ist, unter bestimmten Bedingungen die operative Versorgung von Frakturen des Unterschenkelschaftes ganz überwiegend nach einer Methode durchzuführen. Die Vorteile eines solchen Vorgehens liegen im wesentlichen in der Vereinfachung der Organisation, in der intensiveren Aus- und Weiterbildung aller Beteiligten und in der Ausschaltung von Fehlerquellen.

Es werden die theoretischen Grundlagen der Indikation zum Behandlungsweg und der möglichen Methoden operativer Behandlung beschrieben:

Die stabile Osteosynthese als einzig empfehlenswerte Operationsmethode.

Zwei Verfahren am Unterschenkelschaft ermöglichen dieses Prinzip: intramedulläre Kraftträger und extramedulläre Kraftträger. Die Vor- und Nachteile beider Methoden werden eingehend dargestellt und begründet.

Es wird begründet, daß es möglich ist, die mechanischen und biologischen Probleme stabiler Osteosynthesen am Unterschenkelschaft allein mit den Platten- und Schraubenosteosynthesen der AO zu lösen.

Es wird das Konzept unserer Klinik vorgestellt, alle Frakturen des Unterschenkelschaftes ganz überwiegend nach diesem Prinzip zu behandeln. In einer retrospektiven Analyse der Ergebnisse zweier unterschiedlich charakterisierter Zeitabschnitte wird untersucht, ob mit dem neuen Konzept der Beschränkung auf ein Verfahren eine wesentliche Verbesserung erreicht werden konnte.

Drei Veränderungen ergeben sich bei dieser Analyse:

- 1) Die Senkung der Infektionsrate von 21,2 auf 5,05 %
- 2) Die Reduzierung des Anteils der notwendigen Zweiteingriffe von 18,2 auf 8,1 %
- 3) Die Senkung der lokalen Gesamtkomplikationsrate von 36,36 auf 14,1 %.

Es kann also festgestellt werden, daß das Konzept der Beschränkung auf eine einzige biomechanisch begründete Osteosynthese eine Verbesserung der Ergebnisse bringt. Mit dieser müssen allerdings alle Frakturformen behandelt werden können. Hierfür kommen am Unterschenkelschaft nur die Platten- und Schraubenosteosynthesen der AO in Frage.

In einer Analyse sämtlicher Fehlergebnisse wird festgestellt, daß ganz überwiegend (in 11 von 14 Fällen) Fehler in der Anwendung und nicht Fehler der Methode für das Scheitern verantwortlich waren.

H Literaturverzeichnis

ALLGÖWER, M.:

Weichteilprobleme und Infektrisiko der Osteosynthese.

Langenbecks Arch. Chir. 329, 1127 - 1136 (1971)

ALLGÖWER, M., EHRSAM, R., GANZ, R., MATTER, P., PERREN, S.M.:

Klinische Erfahrungen mit der neuen Kompressionsplatte "DCP". Sonderdruck "Kortikale Knochenheilung IV" aus Acta Orthop. Scand. Suppl. 125 (1969)

BÖHLER, L.:

Technik der Knochenbruchbehandlung.

W. Maudrich, 12. - 13. Auflage, Wien (1953)

BÖHLER, J.:

Operative und konservative Frakturbehandlung, Indikation und Technik.

MMW 108, 524 - 527 (1966)

BURRI, C.:

Kompressionsosteosynthese beim Weichteilschaden.

Langenbecks Arch. Chir. 339, 459 - 504 (1975)

BURRI, C., HENKEMEYER, H., RÜEDI, Th.:

Chirurgische Behandlung infizierter Knochenbrüche.

Langenbecks Arch. Chir. 330, 54 - 78 (1971)

CONTZEN, H.:

Intramedulläre Fragmentfixation beim Weichteilschaden.

Langenbecks Arch. Chir. 339, 493 - 497 (1975)

DANIS, R.:

Technique de l'ostéosynthèse.

Masson, Paris (1932)

zit. n. PERREN u. ALLGÖWER (1976)

DANIS, R.:

Théorie et Pratique de l'Ostéosynthèse.

Masson, Paris (1949)

zit. n. PERREN u. ALLGÖWER (1976)

DEHNE, E.:

Die Osteosynthese der Unterschenkelbrüche.

Arch. orthop. Unfall-Chir., 39, 328 - 356 (1938)

DUSTMANN, N.O., PUHL, W., SCHULITZ, K.P.:

Knorpelveränderungen beim Hämarthros unter besonderer Berücksichtigung der Ruhigstellung.

Arch. orthop. Unfall-Chir., 71, 148 - 159 (1971)

EHLERT, H.:

Neue Gesichtspunkte zur Genese des Sudeck-Syndroms.

M Schr. Unfallheilk., 77, 417 - 421 (1974)

EITEL, F., SCHENK, R.K., SCHWEIBERER, L.:

Corticale Revitalisierung nach Marknagelung an der Hundetibia.

Unfallheilk., 83, 202 - 207 (1980)

v. ELMENDORFF, H.:

Pseudarthrose nach Osteosynthesen.

Langenbecks Arch. Chir., 329, 1165 (1971)

FISCHER, S.:

Die Marknagelung in der Knochenbruchbehandlung und Knochenchirurgie.

Matera Medica Nordmark, XIX, 493 - 511 (1967)

FRIEDRICH, B.:

Biomechanische Stabilität und posttraumatische Osteitis.

H. Unfallheilk., 122, 1 - 110 (1975)

FROST, H.M., VILLANUEVA, A.R., ROTH, H.:

Measurement of Bone formation in a 57 Year old man by Means of Tetracyclines.

Henry Ford Hosp. M. Bull. 8, 239 - 254 (1960)

GIERHAKE, F.W.:

Wundheilungsstörungen und ihre Verhütung.

Unfallheilk. 79, 457 - 460 (1976)

GOTZEN, L., HÜTTER, J., HAAS, N.:

Die Kompressionsosteosynthese am Knochen-schaft.

Unfallheilk. 6, 14 - 23 (1980)

HAIKE, H.J., HEYMANN, P., WAGNER, K.:

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Immobilisation auf die Knochenfestigkeit und Knochenelastizität sowie über die Regenerationsfestigkeit derselben bei der Remobilisation.

Z. Orthop. 102, 200 - 208 (1966)

HEMPEL, D.:

Die Marknagelung frischer Frakturen.

Chirurg 44, 539 - 541 (1973)

HERZOG, K.:

Nagelung der Tibiaschaftbrüche mit einem starren Nagel.

Dtsch. Z. Chir. 276, 227 - 229 (1953)

HIERHOLZER, G.:

Pathogenese der posttraumatischen Osteomyelitis.

Langenbecks Arch. Chir. 334, 511 - 514 (1973)

HJELMSTEDT, A., SUNDSTRÖM, R.:

Deep venous thrombosis following fractures of the tibia-shaft. A phlebographic study of 40 Pat. on to two weeks after injury and after fracture union.

Acta chir. Scand. 126, 211 - 220 (1963)

HJELMSTEDT, A., BERGVALL, U.:

Incidence of Thrombosis in Patients with Tibial Fractures.

Acta Chir. Scand. 134, 209 - 218 (1968)

HOFFMANN, L.:

Beobachtungen und Vorschläge zur Verbesserung der Asepsis durch Einsatz von Einwegutensilien und Errichtung von Zentralsterilisationen. Inaugural-Dissertation, Berlin 1972

HÖJER, H., GILLQUIST, J., LILJEDAHN, S.O.:

Intramedullary Nailing of Femoral-Shaft Fractures.

Unfallheilk. 81, 398 - 402 (1978)

HOLZ, U., WELLER, S.:

Möglichkeiten der äußeren Fixation.

Chirurg 46, 97 - 101 (1975)

JÄGER, M.:

Die Plattenosteosynthese ohne und mit autoplastischem Knochentransplantat bei der Pseudarthrosenbehandlung.

Mshr. f. Unfallheilk. 75, 258 - 267 (1972)

JAHNA, H.:

Die konservative Behandlung des frischen geschlossenen Unterschenkelbruches.
Unfallheilk. 80, 287 - 298 (1977)

JONASCH, E., ARZINGER-JONASCH, H.:

Zwischenfälle bei der gedeckten Schienbeinmarknagelung nach Küntscher.
Unfallheilk. 81, 403 - 405 (1978)

JUNGBLUTH, K.-H.:

Die Verplattung.
Langenbecks Arch. Chir. 337, 411 - 414 (1974)

JUNGBLUTH, K.-H., CZEMBIREK, H., GRUSS, J., VOGEL, J.:

Venöser Abfluß nach operativ behandelten Unterschenkelbrüchen.
H. Unfallheilk. 107, 148 - 151 (1971)

KIEHL, K.:

Festigkeitsuntersuchungen von Unterschenkelosteosynthesen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 82, 205 - 216 (1975)

KÖNIG, F.:

Operative Chirurgie der Knochenbrüche.
1. Bd. Operationen am frischen und verschleppten Knochenbruch.
Springer, Berlin 1931
zit. nach WEBER, CECH: Pseudarthrosen
Huber, Bern, Stuttgart, Wien, 1973

KÖNIG, F.:

Über die Berechtigung frühzeitiger blutiger Eingriffe bei subcutanen Knochenbrüchen.
Arch. klin. Chir. 76, 23 (1905)
zit. nach WEBER, CECH: Pseudarthrosen
Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1973

KRAUSS, H., KOSŁOWSKI, L., WELLER, S.:

Die Marknagelung von Ober- und Unterschenkelbrüchen.

Dtsch. med. Wschr. 16, 681 - 684 (1965)

KROMPECHER, S.:

Die Knochenbildung.

Fischer, Jena (1937)

zit. n. PAUWELS (1940)

zit. n. SCHENK u. WILLENEGGER (1964)

KUNER, E.H., SCHWEIKERT, C.-H., WELLER, S., ULLRICH, K.,

KIRSCHNER, P., KNAPP, U., KUROCK, W.:

Die Marknagelung von Femur und Tibia mit dem AO-Nagel. Erfahrungen und Resultate bei 1591 Fällen.

Unfallheilk. 2, 155 - 162 (1976)

KUNER, E.H.:

Die Osteosynthese bei der kindlichen Fraktur.

Langenbecks Arch. Chir. 342, 291 - 298 (1976)

KUNER, E.H.:

Prioritäten bei der Versorgung von Mehrfachverletzten aus der Sicht des Allgemein- und Unfallchirurgen.

Therapiewoche 26, 6675 - 6677 (1976)

KÜNTSCHER, G.:

Über die Marknagelung der Tibiaschaftbrüche.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 276, 217 (1953)

KÜNTSCHER, G.:

Die Marknagelung von Knochenbrüchen.

Klin. Wschr. 33, 833 - 835 (1940)

LAMBOTTE, A.:

L'intervention opératoire dans les fractures.

Lamartin, Bruxelles (1907)

zit. n. PERREN, ALLGÖWER, 1976

LAMBOTTE, A.:

Chirurgie opératoire des Fractures.

Masson, Paris (1913)

zit. n. PERREN, ALLGÖWER, 1976

LANE, W.A.:

The operative treatment of Fractures.

The Medical Publishing Co., London (1914)

LICEN, D.:

Offene Marknagelung bei frischen, geschlossenen
Unterschenkelbrüchen.

H. Unfallheilk. 119, 87 - 88 (1974)

MAATZ, R.:

Zur Geschichte der intramedullären Fraktur-
fixation.

Unfallmedizin. Tagungen der Landesverbände
der gewerblichen Berufsgenossenschaften,
35, 13-18 (1978)

MATTER, P., GUT, G.:

Ergebnisse der offenen Unterschenkelfrakturen
im Churer Krankengut 1957 - 1962.

Z. Unfallmed. Berufskrankh. 4, 308 - 311 (1964)

MATTER, P., BRENNWALD, J., PERREN, S.M.:

Biologische Reaktion des Knochens auf Osteo-
syntheseplatten.

Helv. Chir. Acta Suppl. 12, 4 - 44 (1974)

MATTER, P., HOLZACH, P.:

Behandlungsergebnisse von 221 Unterschenkelosteosynthesen mit schmalen dynamischen Kompressionsplatten (DCP) aus Stahl oder Titan. Unfallheilk. 80, 195 - 196 (1977)

MAY, R.:

Störung des venösen Abflusses.
Langenbecks Arch. Chir. 339, 489 - 492 (1975)

MITTELMEIER, H.:

Zur Entstehung und Bedeutung der exogenen Osteomyelitis.
In: HIERHOLZER-REHN: Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer 1970, 11 - 19

MUHR, G., TSCHERNE, H., STOCKHUSEN, H.:

Die Behandlung von Unterschenkelbrüchen bei Serienfrakturen der unteren Extremität.
H. Unfallheilk. 117, 84 - 86 (1974)

MÜLLER, M.E.:

Biomechanische Fehlleistungen.
Langenbecks Arch. Chir. 329, 1144 - 1151 (1971)

MÜLLER, H.A.:

Möglichkeiten und Grenzen der Versorgung schwerster offener Frakturen III. Grades an der unteren Extremität.
Chir. Praxis 26, 101 - 125, 1979/80

MÜLLER, J., SCHENK, R., WILLENEGGER, H.:

Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung reaktiver Pseudarthrosen am Hunderadius.
Helv. Chir. Acta 35, 301 - 308 (1968)

PALLESEN, J.:

Falsche Indikation, falsche Technik bei Mark-
nagelungen der unteren Gliedmaßen.
Unfallheilk. 80, 107 - 110 (1977)

PAUWELS, F.:

Grundriß einer Biomechanik der Frakturheilung.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 34, 62 - 108 (1940)

PAUWELS, F.:

Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Ana-
tomie des Bewegungsapparates.
Springer (1965)

PERREN, S.M., ALLGÖWER, M.:

Biomechanik der Frakturheilung nach Osteo-
synthese.
Nova Acta Leopoldina 44/223, 61 - 89 (1976)

PERREN, S.M., CORDEY, J.:

Die Gewebedifferenzierung in der Fraktur-
heilung.
Unfallheilk. 80, 161 - 164 (1977)

PERREN, S.M., HUGGLER, A., RUSSENBERGER, M., STRAUMANN, F.,
MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M.:

Die dynamische Kompressionsplatte "DCP".
Sonderdruck
Aus dem Laboratorium für exp. Chirurgie,
Schweizerisches Forschungsinstitut, Davos

REFIOR, H.J., HACKENBRUCH jun., M.H.:

Die Reaktion des hyalinen Knorpels unter
Druck, Immobilisation und Distraction.
H. Unfallheilk. 127, 23 - 36 (1976)

REHN, J., HIERHOLZER, G.:

Verschiedene Verfahren zur Behandlung der
Schienbeinbrüche und ihre Indikation.
Bruns Beitr. klin. Chir. 1/211, 1 - 18 (1965)

REHN, J.:

Markphlegmonen nach Marknagelungen.
Aus: HIERHOLZER-REHN: Die posttraumatische
Osteomyelitis, Schattauer, 93 - 98, 1970

REHN, J., WILLENEGGER, H.:

Indikationen zur konservativen und operativen
Knochenbruchbehandlung.
Langenbecks Arch. Chir. 337, 389 - 397 (1974)

RHINELANDER, F.W.:

The normal microcirculation of diaphyseal
cortex and its response to Fracture.
Am. J. Bone Joint surg. 50, 784 - 800 (1968)

RIEDEBERGER, J.:

Die Küntschernagelung der geschlossenen Unter-
schenkelfraktur. Ergebnisse 1958 - 72.
H. Unfallheilk. 119, 74 - 77 (1974)

RITTER, G., GRÜNERT, A.:

Zu den biomechanischen Voraussetzungen für
Druckosteosynthesen an der Tibia.
H. Unfallheilk. 117, 38 - 42 (1974)

RITTER, G., GRÜNERT, A.:

Experimentelle Untersuchungen zu den mechanischen
Eigenschaften des Knochens im Hinblick auf die
Druckosteosynthesen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 75, 302 - 316 (1973)

RITTMANN, W.W., MATTER, P., ALLGÖWER, M.:

Behandlung offener Frakturen und Infekthäufigkeit.

Acta chir. Austr. 2, 18 - 21 (1970)

RITTMANN, W.W., PUSTERLA, C., MATTER, P.:

Früh- und Spätinfektionen bei offenen Frakturen.

Helv. chir. Acta 36, 537 - 540 (1969)

RÜEDI, Th.:

Die operative Versorgung offener Unterschenkel-frakturen.

H. Unfallheilk. 117, 125 - 130 (1974)

RÜEDI, Th., KOLBOW, H., ALLGÖWER, M.:

Erfahrungen mit der dynamischen Kompressionsplatte (DCP) bei 418 frischen Unterschenkel-schaftbrüchen.

Arch. Orthop. Unfallchir. 82, 247 - 256 (1975)

SUND, CH., TETZNER, U.:

Die perkutane Drahtumschlingung nach Götze-Jordan.

Chir. Praxis 21, 637 - 660 (1976)

SCHAUB, N., DUCKERT, F., FRIDRICH, R., GRUBER, U.F.:

Häufigkeit postoperativer tiefer Venenthrombosen bei Patienten der Allgemeinchirurgie und Urologie.

Langenbecks Arch. Chir. 340, 23 - 34 (1975)

SCHENK, R., WILLENEGGER, H.:

Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochenkompakta nach exper. Osteotomien am Hund.

Experientia XIX, 593 - 595 Basel (1963)

SCHENK, R.K., WILLENEGGER, H.R.:

Zur Histologie der primären Knochenheilung.

Unfallheilk. 80, 155 - 160 (1977)

SCHENK, R.K., WILLENEGGER, H.:

Histologie der primären Knochenheilung.

Langenbecks Arch. Chir. 308, 440 - 452 (1964)

SCHENK, R.K., MÜLLER, J., WILLENEGGER, H.:

Experimentell-histologischer Beitrag zur Entstehung und Behandlung von Pseudarthrosen.

H. Unfallheilk. 94, 15 - 24 (1968)

SCHEUBA, G.:

Die primäre Marknagelung der offenen Unterschenkelfraktur.

H. Unfallheilk. 117, 152 - 153 (1974)

SCHINDLER, A.:

Die Behandlung der Schaftpseudarthrose langer Röhrenknochen.

Chir. Praxis 14, 101 - 113 (1970)

SCHLACHETZKI, J.:

Zur posttraumatischen Osteomyelitis nach Osteosynthesen.

M Schr. Unfallheilk. 74, 82 - 89 (1971)

SCHMELZEISEN, H.:

Zur Infektionsgefährdung und Infektionshäufigkeit bei Osteosynthesen frischer Unfallverletzter und bei Osteotomien.

Langenbecks Arch. Chir. 329, 1161 - 1162 (1971)

SCHMIDT-NEUERBURG, K.P.:

Die Mehrfachverletzung - Besonderheiten der
Indikationsstellung zur Knochenbruchbehand-
lung an den Extremitäten.

Langenbecks Arch. Chir. 337, 435 - 442 (1974)

SCHMIDT-NEUERBURG, K.P., STÜRMER, K.M.:

Die Marknagelung in Tierexperiment und Klinik.
Unfallmedizin. Tagungen der Landesverbände der
gewerbl. Berufsgenossenschaften, 35, 23 - 29,
(1978)

SCHNEIDER, R.:

Mechanische Fehlleistungen bei der Osteo-
synthese.

Zbl. Chir. 100, 201 - 209 (1975)

SCHWEIBERER, L.:

Weichteilschaden beim Knochenbruch.

Langenbecks Arch. Chir. 339, 461 - 467 (1975)

SCHWEIBERER, L.:

Theoretisch-experimentelle Grundlagen der
autologen Spongiosatransplantation im Infekt.
Unfallheilk. 79, 151 - 155 (1976)

SCHWEIBERER, L., DAMBE, L.T., EITEL, F., KLAPP, F.:

Revascularisation der Tibia nach konservativer
und operativer Frakturenheilung.

Unfallheilk. 119, 18 - 26 (1974)

SCHWEIBERER, L., KLAPP, F., CHEVALIER, H.:

Platten- und Schraubenosteosynthese bei Frakturen
und Pseudarthrosen des Ober- und Unterschenkels.

Chirurg 46, 155 - 160 (1975)

SCHWEIBERER, L., LINDEMANN, M.:

Infektion nach Marknagelung.

Chirurg 44, 542 - 548 (1973)

SCHWEIBERER, L., BÖS, T., POEPLAU, P.:

Verzögerte Bruchheilung.

Act. Traumatologie 4, 163 - 173 (1974)

SCHWEIBERER, L., SCHENK, R.:

Histomorphologie und Vaskularisation der sekundären Knochenbruchheilung unter besonderer Berücksichtigung der Tibiaschaftfraktur.

Unfallheilk. 80, 275 - 286 (1977)

SCHWEIBERER, L., van de BERG, A., DAMBE, L.:

Das Verhalten der intraossären Gefäße nach Osteosynthese der frakturierten Tibia des Hundes.

Therapiewoche 20, 1330 - 1332 (1970)

SCHWEIKERT, C.-H.:

Die Nagelung.

Langenbecks Arch. Chir. 337, 403 - 409 (1974)

SCHWEIKERT, C.-H.:

Die Therapie der offenen Frakturen III. Grades am Unterschenkelschaft.

H. Unfallheilk. 117, 153 - 154 (1974)

SCHWEIKERT, C.-H.:

Postoperative Knocheninfektionen nach Nagelungen und Fremdkörperimplantationen.

Langenbecks Arch. Chir. 334, 515 - 520 (1973)

SCHWEIKERT, C.-H.:

Die Asepsis in der Knochenchirurgie.

Act. Traumatologie 2, 53 - 56 (1972)

STÜRMER, K.M., SCHUCHARDT, W.:

Neue Aspekte der gedeckten Marknagelung und
des Aufbohrrens der Markhöhle im Tierexperiment.

I. Die Schafstibia als Tiermodell für die
Marknagelung.

Unfallheilk. 83, 341 - 345 (1980)

STÜRMER, K.M., SCHUCHARDT, W.:

Neue Aspekte der gedeckten Marknagelung und
des Aufbohrrens der Markhöhle im Tierexperiment.

II. Der intramedulläre Druck beim Aufbohren
der Markhöhle.

Unfallheilk. 83, 346 - 352 (1980)

TSCHERNE, H., BRÜGGEMANN, H.:

Die Weichteilbehandlung bei Osteosynthesen,
insbesondere bei offenen Frakturen.

Unfallheilk. 79, 467 - 475 (1976)

TSCHERNE, H.:

Gefahren der Osteosynthese: Indikationsfehler.

Langenbecks Arch. Chir. 329, 1136 - 1143 (1971)

VOGL, J., CZEMBIREK, H., JUNGBLUTH, K.H.:

Tiefe Venenthrombosen nach Kompressionsosteo-
synthesen der Tibia.

Chirurg 43, 459 - 462 (1972)

VOLLMAR, J.:

Knochenbruch und Gefäßverletzung.

Langenbecks Arch. Chir. 339, 473 - 477 (1975)

WELLER, S.:

Diskussionsbemerkung.

Unfallmedizin. Tagungen der Landesverbände
der gewerbl. Berufsgenossenschaften,
35, 160 (1978)

WELLER, S., RENNE, J.:

Grundsätzliche Fehler und Komplikationsmög-
lichkeiten der Marknagelung.
Chirurg 44, 533 - 538 (1973)

WELLER, S., KNAPP, U.:

Die Marknagelung. Gute und relative Indi-
kationen, Ergebnisse.
Chirurg 46, 152 - 154 (1975)

WEHNER, W., RIEDEBERGER, J., ARZINGER, H.:

Probleme und Ergebnisse der genagelten Unter-
schenkelfraktur.
Zbl. Chir. 94, 364 - 370 (1969)

WEHNER, W., ARZINGER, H., RIEDEBERGER, J.:

Die Küntschernagelung der Unterschenkel-
fraktur.
Chir. Praxis 15, 427 - 436 (1971)

WILLENEGGER, H.:

Verplattung und Marknagelung bei Femur-
und Tibiaschaftfrakturen. Pathophysiologie.
Chirurg 46, 145 - 151 (1975)

WILLENEGGER, H.:

Licht und Schatten über die Indikation zur
Knochenbruchbehandlung.
Mschr. Unfallheilk. 75, 455 - 468 (1972)

WILLENEGGER, H., SCHNEIDER, R., BANDI, W.:

Irrungen und Wirrungen in der Frakturbehandlung.

Acta Chir. Austr. 2, 6 - 9 (1970)

WILLENEGGER, H.:

Klinik und Therapie der pyogenen Knocheninfektion.

Chirurg 41, 215 - 221 (1970)

WILLENEGGER, H.:

Therapie der posttraumatischen Osteomyelitis.

Langenbecks Arch. Chir. 334, 529 - 535 (1973)

WOLF, F.:

Ist die primäre Osteosynthese bei der Behandlung offener Schaftfrakturen indiziert?

H. Unfallheilk. 117, 142 - 144 (1974)

ZILKENS, J., LEGER, W., SCHNEIDER, I.:

Grenzen der Indikation zur Verbundosteosynthese.

Unfallheilk. 80, 353 - 357 (1977)

Lebenslauf

Mein Name ist Peter Thomas, ich wurde am 24.4.1941 in Altenkirchen/Ww. geboren. Mein Vater, der Färbermeister Emil Thomas, fiel im Jahre 1944 in Italien. Meine Mutter, Frieda Klara Thomas, geb. Ludwig, lebt heute noch in meinem Geburtsort. Seit dem 7.8.1964 bin ich verheiratet mit Hella Thomas, geb. Gros. Wir haben vier Kinder, zwei Töchter im Alter von sechzehn und vierzehn Jahren, und zwei Söhne von zehn und neun Jahren.

Von 1951 bis 1960 besuchte ich das Neusprachliche Gymnasium meiner Vaterstadt, an dem ich im März 1960 die Reifeprüfung bestand. Vom Sommersemester 1960 bis zum Wintersemester 1966 studierte ich Medizin in Bonn und Freiburg und legte zum 14.2.1967 das Medizinische Staatsexamen an der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität in Bonn ab.

Die vorgeschriebene Medizinalassistentenzeit verbrachte ich in Bonn, Bad Neuenahr und Lippstadt und erhielt am 8.4.1969 die Bestallung als Arzt. Bis zum 31.12.1969 arbeitete ich als Assistenzarzt am Evangelischen Krankenhaus in Lippstadt.

Seit dem 1.1.1970 bin ich als Assistenz-, seit dem 1.5.1975 als Oberarzt an der Chirurgischen Klinik, Städt. Krankenhaus "Kemperhof", in Koblenz (Chefarzt: Prof. Dr. K.H. Schriefers) tätig. Am 11.9.1974 erhielt ich von der Bezirksärztekammer Koblenz die Genehmigung, die Gebietsbezeichnung "Chirurgie", und am 26.3.1981 von der gleichen Kammer die Genehmigung, in Verbindung hiermit die Teilgebietsbezeichnung "Unfallchirurgie" zu führen.

Im April 1977 wurde der "Kemperhof" Akademisches
Lehrkrankenhaus der Johannes Gutenberg-Universität
in Mainz. Ich erhielt einen Lehrauftrag für Chirurgie
und wurde zum Mitglied der Prüfungskommission bestellt.

